8 2 63827 8. 7. 1

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut-Protecteur : S. M. le Roi

Vingt-cinquième année

Tome XXV — 1911

223160

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

Rue de Louvain, 112

1912

PROCÈS-VERBAUX

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

BRUXELLES

TOME XXV — ANNÉE 1911

SÉANCE MENSUELLE DU 17 JANVIER 1911.

Présidence de M. **E. Cuvelier**, *président.*

La séance est ouverte à 20 h. 30.

Allocution du Président.

MESSIEURS,

Permettez-moi de vous remercier de l'honneur qu'il vous a plu de me faire en m'appelant à la présidence de notre Société.

Comme je le disais récemment à MM. les membres du Conseil, en acceptant le mandat que votre assemblée générale a bien voulu me confier, j'ai peut-être trop présumé de moi-même ; ce n'est donc pas sans appréhension que je m'installe à une place qu'ont occupée de si éminents prédécesseurs, dont mon devancier immédiat, le savant universellement connu qu'est M. Rutot : il serait superflu de faire son éloge devant vous, ou même d'énumérer, simplement, quelques-uns des travaux qui ont fait son renom ; je serai votre interprète et lui exprimerai la reconnaissance de la Société de Géologie dont il a bien voulu diriger les réunions pendant ces deux dernières années... sans compter les autres !

Ce que je puis vous promettre, Messieurs, c'est de faire mon possible

pour aider au développement de notre Société : c'est vous dire que mon entière bonne volonté vous est acquise... M. Rutot m'a, du reste, prévenu que, grâce au zèle toujours en éveil et aux connaissances variées et étendues de notre Secrétaire général, la tâche me serait rendue aisée. En votre nom, comme au mien, je remercie le commandant baron L. Greindl de sa collaboration si efficace.

Je vous demanderai, Messieurs, d'écarter de nos discussions toutes les questions personnelles parfois si irritantes; avant tout, nous avons un rôle scientifique à remplir, ne l'oublions pas!... Assurément les questions d'application font la vie si intense de notre Compagnie; mais c'est précisément dans ce domaine des applications qu'il faut éviter des attaques passionnées, ou la domination des principes scientifiques par la défense d'intérêts mercantiles directs. Songeons bien, comme l'a dit récemment M. Picard, président de l'Académie des Sciences de Paris, que nos concepts et, surtout, nos théories, au contact des faits, sont perpétuellement sujets à revision : que chacun de nous ne croie donc pas, *a priori*, tenir seul la vérité; car la science, en devenant de plus en plus objective et en étendant notre connaissance du réel, avance pas à pas, par corrections et accroissements progressifs... On peut railler « la science pour la science », mais cette formule, un peu aristocratique, il faut en convenir, reste celle des chercheurs qui communient dans le culte du vrai.

Décès.

M. Mathieu Mieg, membre effectif de la Société, est décédé à Mulhouse le 1er janvier dernier. Il avait publié dans notre *Bulletin*, en 1888, un article fort remarqué où il soutenait l'hypothèse de l'origine superficielle des eaux de Spa. Des condoléances ont été adressées à sa famille.

Distinctions honorifiques.

M. O. Abel, le distingué professeur de l'Université de Vienne, membre associé étranger, vient de recevoir la médaille de Bigsby, haute distinction que lui confère la Société géologique de Londres pour ses travaux sur la *Paléontologie des Vertébrés*.

Approbation du procès-verbal de la séance de décembre.

Ce procès-verbal est adopté sans observations.

Correspondance.

M. A. Rutot adresse à la Société sa démission de vice-président et de membre du Conseil, par suite d'un désaccord avec ses collègues au sujet d'une question qu'il avait soumise aux délibérations du Conseil.

MM. J. Cornet, X. Stainier, A. Hankar-Urban, M. Mourlon, H. Rabozée, J. Willems remercient des suffrages qui les ont appelés à exercer diverses fonctions au Conseil de la Société.

Le Ministre des Colonies accuse réception du vœu qu'a émis la Société dans la séance de décembre : « Il lira, dit-il, avec intérêt la communication de M. Halet. »

Le Ministre des Sciences et des Arts fait connaître que la prochaine assemblée générale de l'Association internationale de Sismologie se tiendra à Manchester du 18 au 22 juillet prochain. Il demande à recevoir à bref délai les noms de nos sociétaires qui seraient disposés à participer à cette assemblée, ainsi que les diverses questions que les délégués éventuels désireraient faire mettre à l'ordre du jour.

Notre Confrère le Dr J. Félix annonce à la Société la fondation d'une Société d'Hydrologie et de Climatologie médicales de Belgique, dont le but principal est de grouper et réunir les savants, médecins, pharmaciens, chimistes, hôteliers, ingénieurs, architectes, économistes, artistes, etc.

En connexion avec nos travaux, les études de la Société comprennent l'examen des questions scientifiques pures et leur application à l'hydrologie et à la climatologie médicales.

La Société comprendra quatre comités régionaux autonomes, en rapport constant avec un comité central qui publiera tous les travaux dans une *Revue* qui sera l'organe officiel de la Société.

Le Secrétaire général attire l'attention de ses confrères sur les ouvrages suivants :

La géologie et les richesses minérales de l'Asie. Historique, industrie, production, avenir, métallogénie, par L. De Launay. (Don de la librairie Ch. Béranger.)

Minéraux des pegmatites d'Antsirabé, don du professeur L. Duparc, de Genève.

Dons et envois reçus.

1° De la part des auteurs :

6228 **Craig, J. I.**, The Rains of the Nile Basin and the Nile Flood of 1909. Le Caire, 1910. Brochure in-8° de 55 pages et 9 planches.

6229 **De Launay**, La géologie et les richesses minérales de l'Asie. Historique, industrie, production, avenir, métallogénie. — Sibérie-Oural, Caucase, Turkestan, mer Égée, Asie Mineure, Perse, Inde, Insulinde, Indo-Chine, Chine, Japon, etc., Paris, 1911. Volume in-8° de 816 pages, 10 planches et 82 figures dans le texte (don de la librairie Charles Béranger).

6230 **Geinitz, E.**, Bemerkungen über das Eiszeitproblem. Güstrow, 1910. Extr. des *Archiv des Vereins der Freunde der Nat. in Mecklenburg*, 65. Jahrg., 33 pages.

6231 **Gosselet, J.**, Note sur quelques failles communes aux terrains crétacique et houiller de l'Artois. Lille, 1908. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXVII, pp. 80-109, pl. 2 et 11 fig.

6232 **Gosselet, J.**, Note additionnelle et rectificative concernant les failles épicrétacées de l'Artois. Lille, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXIX, pp. 36-38.

6233 **Gosselet, J.**, Aperçu géologique du département du Nord. Terrains primaires et terrain crétacique. Lille, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, pp. 192-223 et 6 fig.

6234 **Gosselet, J.**, Un gisement acheuléen à Camblain-l'Abbé. Lille, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, pp. 418-420.

6235 **Gosselet, J.**, Légende de la feuille d'Arras. Feuille de la Carte géologique de France au 80 000e. Lille, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXIX, pp. 84-96.

6236 **Gosselet, J.**, Les marnes crayeuses (Turonien et Cénomanien) dans les fosses et sondages de l'Artois. Lille, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXIX, pp. 38-47.

6237 **Gosselet, J.**, et **Dollé, L.**, Pays de Matringhem. Étude géologique sur les affleurements dévoniens de la Lys supérieure et sur leurs enveloppes crétacées. Lille, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXIX, pp. 9-20, pl. 2 et 1 fig.

6238 **Duparc, L.**, Note préliminaire sur quelques gisements curieux de platine de l'Oural. Genève, 1910. Extr. des *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 4e période, t. XXX, pp. 379-386.

6239 **Duparc, L., Wunder, M.**, et **Sabot, R.**, Les minéraux des pegmatites des environs d'Antsirabé à Madagascar. Genève, 1910. Extr. des *Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat.*, vol. XXXVI, fasc. 3, pp. 283-410 et 51 fig.

6240 **Fraipont, C.**, Sur un nouveau gisement de *Dictyonema sociale* (*Dictyograptus flabelliformis*) dans les quartzophyllades salmiens. Liége, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVI, pp. 191-192, Bull.

6241 **Fraipont, C.**, Contribution à la géographie physique du Condroz. Un ancien méandre de l'Ourthe à Chanxhe. Raisons de la répartition actuelle des dépôts oligocènes (*Om* et *On*) de la Haute et de la Moyenne-Belgique. Liége, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVI, Mém., pp. 83-90, pl. 2-3 et 3 fig.

6242 **Fraipont, C.**, De l'origine des galets de roches houillères du terrain houiller. Liége, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVII, Mém., pp. 337-343.

6243 **Fraipont, C.**, *Modiolopsis ?? Malaisii* Ch. Fraip., Lamellibranche nouveau du Revinien belge (Cambrien moyen). Liége, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVII, Mém., pp. 15-18 et pl. 2.

6244 **Frank, O.**, Carl von Voit, Munich, 1910. Extr. des public. de la K. Akad. der Wiss. am 9 März, 32 pages.

6245 **Gröber, P.**, Beitrage zur Frage des oberkarbonischen Alters des *Productus* Kalkes der Salt-Range. Vienne, 1910. Extr. des *Verhandl. der K. K. geol. Reichsanstalt*, n° 14, pp. 307-311.

6246 **Henriksen, G.**, Geological Notes. Christiania, 1910. Brochure in-12 de 26 pages.

6247 **Stevenson, J.-J.**, The Sargasso Sea. New-York, 1910. Extr. de *Science*, vol. XXXII, n° 832, pp. 841-843.

6248 **Stevenson, J.-J.**, The Coal Basin of Decazeville, France. New-York, 1910. Extr. des *Ann. of the New York Acad. of Sc.*, vol. XX, n° 5, part II, pp. 243-294, pl. XIV-XV.

Présentation et élection de nouveaux membres.

Sont présentés et élus à l'unanimité des membres présents :

En qualité de membres effectifs :

MM. Beaudoux, J., capitaine du génie, répétiteur à l'École militaire, 34, rue Keyenveld, à Ixelles.

Desbonnets, inspecteur général à la Banque Nationale, 14, rue du Beau-Site, à Bruxelles.

Dumont, Émile, officier de réserve du génie, professeur de mathématiques, 152, rue Verte, à Schaerbeek.

Edouard, L., capitaine commandant d'artillerie, professeur de géométrie descriptive à l'École militaire.

Jacques, Julien, capitaine commandant d'artillerie de réserve, professeur de mécanique à l'École militaire, 69, rue Élise, à Ixelles.

Michot, Auguste, directeur de l'Institut Michot-Mongenast, 12, rue des Champs-Élysées, à Ixelles.

Rochette, capitaine commandant d'infanterie, chef du Service topographique à l'Institut cartographique militaire.

Tous présentés par MM. Cuvelier et Rabozée.

MM. Nemery, Paul, capitaine commandant d'artillerie, chef de bureau au Ministère de la Guerre, présenté par MM. Mongenast et Rabozée.

Walens, Edmond, capitaine commandant du génie, commandant la Compagnie de chemin de fer à Anvers, présenté par MM. Rabozée et Greindl.

La Belgo-Katanga, société anonyme de recherches minières, etc., représentée par son administrateur délégué M. L. Thiéry, 11, rue de la Reinette, à Bruxelles, présentée par MM. Fourmarier et Greindl.

Communications des membres.

A. Deblon. — Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine. — De la valeur des eaux de la Campine.

SOMMAIRE

Pages.

Introduction 8
Ressources en eau potable, disponibles en Belgique 10

CHAPITRE PREMIER.

§ 1er. — Historique. 11
Sondages de reconnaissance 12
§ 2. — Analyse du premier mémoire 13
Conclusions à tirer de l'étude hydro-géologique de la Campine. 14
L'eau potable nécessaire à la Basse-Belgique doit être prise dans la Campine. 16
§ 3. — Alimentation des villes principales des Flandres par l'eau des calcaires. 17
§ 4. — Esquisse de la solution proposée pour l'alimentation de la Basse-Belgique 19
a) Mode de captage proposé 20
b) Rendement du bassin de 65 000 hectares 20
§ 5. — Analyse du deuxième mémoire, paru en 1910. 21
Résultats des essais. 22
Rendement du terrain disponible 22
Coût des travaux 23
Alimentation de Moll 23
Conclusions de MM. Putzeys et Rutot 23
§ 6. — Résumé général du projet 24

CHAPITRE II.

Volume d'eau souterraine disponible dans la zone des 65 000 hectares des environs de Moll.

§ 1. — Produit à l'hectare-jour de bassins connus. 25
§ 2. — Détermination du produit à l'hectare-jour. 28

§ 3. — Volume d'eau réellement disponible 29
§ 4. — Mode de captage et rendement escomptés dans le premier mémoire . . 30
§ 5. — Puits d'essai. Son emplacement. Son débit. Interprétation des résultats obtenus. 32
§ 6. — De nouveaux essais s'imposent 38
§ 7. — Les résultats d'un seul puits ne suffisent pas pour l'appréciation d'un bassin tout entier 38

CHAPITRE III.

QUALITÉ DES EAUX A CAPTER.

§ 1. — Analyse des eaux. Maxima généralement admis 40
§ 2. — Analyse des eaux de Moll. 41
§ 3. — De la déferrisation. 45
§ 4. — Les puits filtrants 46
§ 5. — Coût probable des travaux projetés. 46

CHAPITRE IV.

CONCLUSIONS. 47

ANNEXE.

Communication faite au Conseil communal de la ville de Courtrai concernant la distribution d'eau 49

INTRODUCTION.

La question de l'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique préoccupe depuis longtemps les pouvoirs publics. C'est ainsi que, dès 1882, Sa Majesté le Roi Léopold II instituait un concours ayant pour objet de primer « le meilleur ouvrage sur la manière de pourvoir » abondamment et au moindre prix nos grandes villes et tout spécia- » lement l'agglomération bruxelloise de la meilleure qualité d'eau » potable, en tenant compte de l'augmentation prévue du nombre » d'habitants ».

Des vingt et un projets présentés au concours par les ingénieurs hydrologues les plus réputés de l'époque, aucun ne fut jugé digne d'être couronné.

En 1892, la même question fit l'objet d'un concours international : cette fois, parmi les dix projets présentés, deux retinrent l'attention du jury : ce furent celui de M. P. Van Hoegaerden, qui préconisait le

captage et l'adduction des sources du Hoyoux, et celui de MM. les Ingénieurs Walin et Deblon, qui proposaient d'utiliser à la fois les sources du Bocq et du Hoyoux, de l'Entre-Sambre-et-Meuse et de la Hesbaye. Le jury décida qu'il y avait lieu de partager le prix entre ces deux projets; s'il n'a pas été décerné jusque maintenant, c'est que le règlement ne prévoyait pas ce partage.

Des deux projets retenus par le jury, le second a été, depuis lors, réalisé partiellement à la suite du captage et de la dérivation des sources du Bocq, destinées à l'agglomération bruxelloise. Comme l'autre partie de ce projet, relative à l'alimentation en eau potable des villes d'Alost, Termonde, Saint-Nicolas, Gand, Bruges, Blankenberghe, Ostende, des communes de Lebbeke, Saint-Gilles lez-Termonde et Assche en Brabant sera complètement achevée pour 1915, la mise à exécution de l'intégralité du projet de MM. Walin et Deblon aura prouvé son caractère réellement pratique.

Mais si les principales villes des deux Flandres ont pu, par leur accord avec la Compagnie Intercommunale bruxelloise des Eaux, s'assurer les avantages d'une bonne distribution d'eau, le problème est loin d'être résolu pour les populations des provinces d'Anvers, de Limbourg et pour quantité de petites villes et communes des deux Flandres.

On conçoit, dès lors, que cette question préoccupe vivement les hydrologues et les hygiénistes; ce serait, en effet, rendre à ces malheureuses populations dépourvues d'eau potable un service signalé que de leur indiquer le moyen de se pourvoir d'une eau de bonne qualité, abondante et à bon marché.

C'est ainsi qu'en 1904, l'idée d'alimenter les populations de la Basse-Belgique au moyen de l'eau souterraine de la Campine a été préconisée par trois de nos collègues, membres distingués du Conseil supérieur d'Hygiène : M. F. Putzeys, professeur du cours d'hygiène à l'Université de Liége, M. E. Putzeys, ingénieur en chef des travaux et du service des eaux de la ville de Bruxelles, et M. Rutot, ingénieur honoraire des mines, conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle de Bruxelles.

Cette idée, développée à la séance du 15 mars 1904 de notre Société, s'est précisée dans deux mémoires parus en 1909 et 1910, mémoires qui ont eu un grand retentissement dans les régions intéressées et qui ont fait l'objet de comptes rendus et d'appréciations flatteuses dans quantité de journaux quotidiens ou techniques.

Toutefois, malgré l'autorité qui s'attache aux noms de ces trois

membres éminents du Conseil supérieur d'Hygiène, nous pensons que les grands intérêts en jeu et l'ampleur du problème à résoudre exigent qu'on soumette le projet à un examen des plus minutieux.

Ce sera d'ailleurs répondre au desideratum exprimé par M. Rutot à la séance du 15 mars 1904; en commentant le projet dont M. E. Putzeys venait d'indiquer les grandes lignes et de faire ressortir le caractère hautement utilitaire, notre distingué collègue signalait que la « solu- » tion à la fois simple, pratique et rapide d'un problème d'hygiène » publique de grande importance méritait un examen sérieux et appro- » fondi ».

Si nous avons cru devoir aborder cet examen, c'est d'abord parce que le problème, dont la solution *intégrale* est annoncée, offre un réel intérêt au point de vue de l'hydrologie pratique, et ensuite parce que, ayant eu l'occasion de faire pour le compte de communes et de particuliers des captages d'eau dans la plupart des terrains aquifères de Belgique, nous avons pu recueillir des données positives et des renseignements expérimentaux qui, bien utilisés, nous permettront, pensons-nous, de traiter la question avec toute l'attention qu'elle mérite.

Dans notre étude, nous ferons d'abord l'historique et le résumé du projet de MM. Putzeys et Rutot; ensuite nous aborderons l'examen proprement dit, en traitant successivement les points qui, à notre avis, constituent les bases essentielles de toute distribution d'eau : *le volume et la qualité de l'eau à capter.*

Enfin, feront l'objet de paragraphes spéciaux mais secondaires la question de la déferrisation, celle des puits filtrants et celle du coût probable des travaux.

Ressources en eau potable, disponibles en Belgique.

Les auteurs du projet de la Campine estiment qu'en dehors des eaux de la Haute-Belgique, qu'ils déclarent *toujours* suspectes et d'ailleurs insuffisantes comme quantité, il n'existe pas d'autres eaux que celles de la zone des sables de Moll et environs, qui puissent, pratiquement, servir à l'alimentation de la Basse-Belgique.

Dans une étude que nous publierons incessamment, nous ferons l'examen des ressources en eau potable, disponibles en Belgique; nous croyons pouvoir démontrer que notre pays est plus riche en eau potable que ne l'affirment nos éminents collègues; et au point de vue pratique, nous signalerons diverses sources qui pourraient alimenter la plus grande partie de la Basse-Belgique.

CHAPITRE PREMIER.

§ 1. — Historique.

C'est par une note lue en séance du 15 mars 1904 à la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie de Bruxelles que M. E. Putzeys, ingénieur en chef des travaux et du service des eaux de la capitale, fit connaître l'esquisse de son projet d'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique.

Il s'agissait alors de desservir 1 700 000 habitants des principales villes et communes des deux Flandres, à raison de 60 litres par tête et par jour, au moyen d'une dérivation quotidienne de 100 000 mètres cubes d'eau à prélever dans la zone de Moll, par l'intermédiaire de puits filtrants de grande profondeur, dans la couche aquifère qui s'étale sous toute la région, sur une hauteur qui n'est pas, disait-on, inférieure comme moyenne à « 50 mètres ». Ce puisage d'eau devait être comparable à celui fait non dans une rivière ou dans un fleuve, mais dans un immense lac souterrain, tant sont énormes les ressources aquifères. Quant à la qualité, ajoutait-on, était-il besoin de dire qu'une eau prise dans les sables quartzeux, à grande profondeur, dans une région inhabitée, serait irréprochable à tous points de vue?

Ce qui est important, ajoutait la note, c'est que la prise d'eau proposée peut être considérée comme largement suffisante pour fournir à la Basse-Belgique toute l'eau alimentaire dont elle peut avoir besoin, et qu'il n'est pas, dans le pays, d'endroits qui puissent en fournir de meilleure en aussi grande quantité.

A la suite de la lecture de cette note, M. Rutot émit diverses considérations intéressantes que nous rappelons ci-après :

« Depuis longtemps, les géologues admettaient la supposition qu'il » devait exister, dans le sous-sol de la Campine, de très grandes quan- » tités d'eau.

» Malgré l'extrême rareté des renseignements, on savait que ce sous- » sol renferme d'épaisses couches de sable dans lesquelles s'infiltre non » seulement une bonne partie de l'eau de pluie tombée sur la région, » mais aussi pénètre latéralement, du Sud vers le Nord, l'excédent » considérable des nappes phréatiques qui s'accumulent dans l'énorme » masse des sables éocènes et oligocènes du Brabant et du Limbourg.

» Partout, du reste, la nappe aquifère maintient sa surface à très » peu de distance sous le sol, et, de plus, de chaque vallonnement

» sortent des sources donnant naissance à un réseau très touffu de » ruisseaux.

» Du reste, la notion de l'existence d'une épaisse nappe phréatique » dans la Campine était démontrée par les vastes exploitations de » sable blanc de Moll qui se présentent sous forme de lacs artificiels » sur lesquels flottent de puissants dragueurs à vapeur qui vont retirer, » sous l'eau, le sable jusqu'à 10 mètres de profondeur.

» Nos connaissances sur les ressources aquifères de la Campine, sur- » tout en ce qui concerne la Campine anversoise, se sont encore récem- » ment augmentées à la suite de travaux effectués pour les distributions » d'eau de la gare frontière d'Esschen et de la ville de Turnhout.

» En ces deux points, la nappe aquifère des sables soit moséens, soit » pliocènes, alimentant des puits filtrants, permet d'extraire des quan- » tités presque illimitées.

» La possibilité d'extraire 100 000 mètres cubes d'eau par jour d'un » tel réservoir est, en principe, chose évidente par elle-même quand » on réfléchit à la nature meuble des sables dans lesquels cette eau cir- » cule, à la hauteur considérable de la couche aquifère que l'on peut » intéresser, à l'étendue du cône d'appel que créerait un rabattement » de quelques mètres.

» Quant à la qualité de l'eau, ajoutait M. Rutot, elle ne peut être » qu'excellente; le sol constitue un filtre magnifique et le pays est peu » peuplé. Les stations de pompage pourraient être établies au milieu » de régions boisées, assurant, de leur côté, une protection efficace. » Tout se présente donc en Campine de la manière la plus satisfai- » sante, tant au point de vue économique qu'hygiénique, pour assurer » l'alimentation, en excellente eau potable naturellement élaborée et » filtrée, de la vaste région — si mal partagée au point de vue des eaux » alimentaires — comprenant les deux Flandres et une partie des pro- » vinces d'Anvers et de Brabant.

» Il y a là, à n'en pas douter, une solution à la fois simple, pratique » et rapide d'un problème d'hygiène publique de grande importance et » qui mérite un examen sérieux et approfondi. »

Sondages de reconnaissance.

En vue de compléter leurs études, les auteurs du projet firent, sous les auspices et avec le concours financier du Gouvernement, exécuter les travaux de recherche suivants :

1° Au Nord de Moll, sur un développement de 9 270 mètres, le long

de la grand'route de Moll à Rethy, un ensemble de huit forages tubés de 23 à 30 mètres de profondeur.

2° A proximité de Turnhout, deux forages de 28 à 30 mètres de profondeur, compléments de celui qui avait précédé l'établissement des puits filtrants de la ville et répartis sur une distance de 6 350 mètres.

3° Dans la région de Ryckevorsel, deux forages tubés de 30 à 35 mètres de profondeur, complétés par celui d'Esschen, qui précéda l'établissement du puits filtrant de la gare.

Les résultats de ces divers sondages sont consignés dans un premier mémoire daté d'octobre 1908 et publié en 1909, sous le titre : *Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine.*

§ 2. — Analyse du premier mémoire.

Après avoir constaté que dans les deux Flandres et les provinces d'Anvers et de Limbourg, il manque un élément essentiel de salubrité : l'eau pure en abondance distribuée sous pression, les auteurs du projet indiquent les raisons de cet état de choses : d'une part, la constitution géologique du sous-sol de la province d'Anvers et des deux Flandres ne permet pas, à une seule exception près, d'y trouver les volumes d'eau souterraine nécessaires pour assurer leur alimentation ; d'autre part, on ignorait « les ressources colossales en eau de la région » des sables de Moll et de la zone sableuse qui l'entoure ».

« L'analyse des résultats, écrivent les auteurs du mémoire, fournis » par les sondages pratiqués dans la Campine pour les recherches » minières, les excursions que nous avions faites dans les vastes champs » d'exploitation des sables blancs dits de Moll, l'établissement de la » prise d'eau profonde alimentant la ville de Turnhout exécutée sous » notre direction, le plein succès que nous avions obtenu à Esschen » dont la gare, alimentée autrefois à l'aide de wagons spéciaux venant » d'Anvers, est actuellement largement pourvue d'eau grâce à un seul » puits filtrant établi dans la gare même, avaient imprimé dans notre » esprit la certitude de l'existence, en sous-sol, d'une couche d'eau » souterraine énorme comme puissance.

» Nous avions également la conviction que cette couche d'eau sou- » terraine, dont les ruisseaux et rivières de la région ne représentent » que le produit d'un drainage superficiel, est pratiquement inépui- » sable, tant sa réalimentation est admirablement assurée.

» L'allure du sol enfin autorisait la conclusion qu'un captage

» rationnellement établi permettrait la mise à contribution, pour » l'alimentation de la Basse-Belgique, des masses d'eaux souterraines » dont l'existence a été signalée pour la première fois par nous. »

Ils terminent ce chapitre en déclarant que les résultats des sondages exécutés « permettent d'affirmer aujourd'hui de la façon la plus for- » melle que le vaste problème soulevé est non seulement susceptible » de la solution envisagée, mais encore que sa solution partielle s'im- » pose dès à présent pour l'alimentation des nouveaux bassins houil- » lers ».

Conclusions a tirer de l'étude hydro-géologique de la Campine.

Au chapitre intitulé : « Conclusions à tirer de l'étude hydro-géologique » de la Campine », les dits auteurs s'expriment comme suit :

« L'existence des sablières, nos coupes géologiques, ainsi que la » carte qui donne la représentation en plan des faits précis relevés » par nous, autorisent des conclusions formelles et irréfutables quant à » la puissance des couches aquifères sur lesquelles nous avons attiré » l'attention des pouvoirs publics.

» On peut actuellement affirmer, sans discussion possible, que les » sables blancs de Moll, formés de silice pure, s'étendent sur une » largeur variable de 2 à 4 kilomètres, en longueur sur 40 kilomètres » environ et en profondeur sur 10 à 15 mètres. Ces sables, très purs, » reposent sur une couche de sable meuble, peu glauconifère, de » 15 mètres environ d'épaisseur.

» D'autre part, on sait que, par suite du faible relief du sol, l'eau » souterraine s'y étale ou y circule à peu de distance de la surface et » que la zone sableuse qui nous occupe est elle-même bordée par » d'autres sables aquifères, de telle façon que la couche aquifère sou- » terraine proprement dite y est, en réalité, représentée en surface » par 65 000 hectares en chiffres ronds et en profondeur reconnue par » 25 ou 30 mètres.

» Il est à noter également que le produit des pluies les plus abon- » dantes qui s'abattent sur la région disparaît presque instantanément » et que la contrée est sillonnée de ruisseaux qui représentent, au » point bas, le produit de suintement des sables gorgés d'eau. Un coup » d'œil jeté sur la planche ci-annexée (planche A) [1] montre que les

---

[1] Nous avons complété la planche en question par l'indication des divers canaux qui traversent la région des sables de Moll et qui ne figurent pas sur la carte du mémoire de MM. Putzeys et Rutot.

» ruisseaux et canaux d'évacuation forment une véritable chevelure,
» tant leur nombre est considérable. Or, il est avéré qu'en de pareils
» terrains les masses d'eau des couches profondes sont incomparable-
» ment plus importantes que celles représentées par les cours d'eau
» superficiels. En fait, la masse des eaux souterraines s'écoule lente-
» ment en sous-sol dans la direction du Nord; l'eau qui apparaît au
» jour n'en représente qu'une fraction insignifiante.

» Dans le cas qui nous occupe, le réservoir naturel peut être qualifié
» de colossal, puisque sa contenance se chiffre par milliards de mètres
» cubes en tenant compte exclusivement de ce que le sous-sol renferme
» au-dessus de 25 à 30 mètres de profondeur et en négligeant tout ce
» qui est emmagasiné plus bas ».

Ce chapitre se termine par la déclaration que les recherches entreprises par les auteurs du projet « démontrent, d'une facon péremp-
» toire, que la richesse en eau souterraine dont ils ont établi
» l'existence peut être considérée comme pratiquement inépuisable et
» est capable d'assurer, aussi largement qu'on l'estimera nécessaire,
» l'alimentation de toute la Basse-Belgique ».

Après un long chapitre consacré à la valeur hygiénique des eaux souterraines de la Campine, les auteurs du mémoire établissent une subdivision nouvelle de la Belgique au point de vue des ressources aquifères; ils la partagent en quatre zones qui sont, en partant du Nord :

« 1° Zone aquifère à eau potable filtrée par le sable, de la région
» Esschen, Ryckevorsel, Moll, Lommel;

» 2° Zone privée d'eau potable, à sol parfois sableux (Nord des
» Flandres), trop peu épais pour assurer la filtration et le débit, ou à
» sol et sous-sol formés d'argile de grande épaisseur, non perméables.
» Les puits artésiens eux-mêmes, creusés dans cette région, fournis-
» sent souvent des eaux minérales impropres à la consommation;

» 3° Zone aquifère par excellence, à sol parfois rétentif, mais à
» sous-sol sableux de grande épaisseur, perméable, doué de propriétés
» filtrantes absolues, capable de fournir de grandes quantités d'eaux
» excellentes, assez souvent chargées d'un peu de carbonate de
» chaux;

» 4° Zone aquifère très variable selon que le sol est constitué par
» des calcaires rocheux primaires ou par des roches quartzeuses ou
» quartzo-argileuses.

» La région à sous-sol calcaire peut produire de grands débits, mais
» la filtration des eaux de surface n'étant que rarement réalisée à cause

» du régime de circulation de l'eau dans des fissures et des canaux » souterrains, les émergences, qui tiennent lieu de sources, donnent » des eaux qu'il y a *toujours* (1) lieu de considérer comme suspectes.

» La zone privée d'eau potable et comprenant bon nombre de villes » importantes, telles que : Ostende, Bruges, Courtrai, Gand, Malines, » Anvers et Hasselt, ne peut guère — de nombreuses tentatives infructueuses l'ont montré — songer à s'approvisionner d'eau potable sur » son propre territoire au moyen de puits artésiens.

» La zone moyenne, à sources vraies, c'est-à-dire à eau réellement » filtrée, quoique riche, ne peut suffire qu'à l'alimentation de son » territoire. On ne pourrait songer à en distraire des quantités importantes pour les envoyer dans la région dépourvue d'eau potable.

» Enfin, la région rocheuse n'est riche que le long de la large bande » calcaire qui la traverse. Comme de nos jours cette région se peuple » graduellement et que les travaux de captage s'y multiplient d'année » en année, on reconnaîtra bientôt que les ressources qu'elle possède » lui seront strictement nécessaires dans l'avenir. »

L'eau potable nécessaire a la Basse-Belgique doit être prise dans la Campine.

C'est dans la zone Nord, concluent les auteurs du projet, qu'il importe de puiser l'eau potable destinée à vivifier une région prospère, mais dont l'état sanitaire défectueux est dû à la pénurie d'un élément hygiénique indispensable.

« Prétendre l'amener, continuent les auteurs du mémoire, de la » zone calcaire de la Haute-Belgique comme seule capable d'assurer » de larges débits, c'est en méditer l'appauvrissement irrémédiable, » c'est étendre de gaîté de cœur, d'une extrémité du pays à l'autre, la » menace permanente que représente l'emploi d'eaux suspectes de par » leur origine. Si l'on doit se féliciter de ce que leur large dérivation » n'ait pas eu, jusqu'ici, les conséquences fâcheuses que tant de distributions basées sur le captage des eaux sortant des calcaires ont eu à » subir, persévérer dans cette voie serait *poser un acte coupable* (1).

» N'alimenter que quelques villes, comme le propose la Compagnie » Intercommunale, c'est compromettre les intérêts des faubourgs de » Bruxelles, rendre peut-être impossible dans l'avenir la dérivation

---

(1) Ces mots ne sont pas soulignés dans le texte original.

» générale indispensable pour alimenter les provinces privées d'eau,
» puisque la majeure partie de la recette en eau vendue serait absorbée
» au bénéfice d'un organisme qui n'a pas pour objectif l'intérêt
» public. »

§ 3. — Alimentation des villes principales des Flandres par l'eau des calcaires.

Nous croyons utile d'interrompre un moment l'analyse du premier mémoire de MM. Putzeys et Rutot, pour remettre les choses au point en ce qui concerne l'alimentation des principales villes des deux Flandres. Au moment où cette brochure a paru, ses auteurs ignoraient que la Compagnie Intercommunale possédait, depuis plusieurs mois, des conventions signées par les administrations communales de Gand, Bruges, Ostende, Blankenberghe, Alost, Termonde, Saint-Nicolas, Lebbeke, Saint-Gilles lez-Termonde et Assche en Brabant. Ces conventions, approuvées par les députations permanentes des provinces intéressées, liaient complètement ces communes, et pour les rendre définitivement exécutoires, il ne fallait que l'approbation de l'assemblée générale des communes sociétaires de la Compagnie, approbation qui fut donnée en janvier 1908.

Croyant que l'approbation ministérielle était nécessaire en l'occurrence, notre collègue, M. le Dr H. Schwers, attaché à l'Institut d'Hygiène de l'Université de Liége, préconisait, dans un article paru dans le *Soir* du 16 février 1909, l'ajournement de la ratification des contrats, sous prétexte qu'un groupe de membres du Conseil supérieur d'Hygiène publique, particulièrement compétents en la matière, signalait l'insuffisance et l'insécurité du projet de l'Intercommunale auquel ils opposaient leur projet basé sur la puissance *colossale* du réservoir naturel existant en Campine et la valeur *exceptionnelle* de ses eaux.

Les villes et communes des Flandres avec lesquelles l'Intercommunale a contracté ont ensemble une population d'environ 450 000 habitants.

En présence des résultats hygiéniques obtenus dans l'agglomération bruxelloise depuis la mise en service des eaux du calcaire carbonifère du bassin du Bocq, elles n'ont pas hésité à traiter avec l'Intercommunale, bien que, d'après M. E. Putzeys [1], certaines d'entre elles,

---

[1] *Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, t. XXIII, Proc.-verb., séance du 15 juillet 1908, p. 260.

comme Ostende, Blankenberghe et Bruges, eussent à leurs portes (à Varssenaere) « des couches puissantes d'eau admirablement filtrée dont » regorgent les sables paniseliens sur plusieurs milliers d'hectares et » sur une épaisseur énorme ».

De leur côté, les autorités supérieures n'ont pas hésité à donner leur approbation à l'achat, par la Compagnie Intercommunale, des eaux de source émergeant dans le calcaire carbonifère du bassin du Hoyoux et elles ont accordé à la Compagnie les décrets d'utilité publique nécessaires pour l'exécution des travaux de captage et d'amenée.

Ce faisant, elles auront contribué à une grande œuvre d'utilité et n'auront certainement pas *posé un acte coupable,* suivant une expression qui a dû dépasser la pensée des auteurs du mémoire.

Nous nous proposons d'ailleurs de prouver en temps et lieu, autant que possible au moyen de faits bien établis, combien peu fondées sont les critiques de ceux qui déclarent « suspectes » les eaux des calcaires distribuées dans l'agglomération bruxelloise.

En généralisant et en affirmant que les eaux des calcaires sont « toujours suspectes », nos honorables collègues ont émis une thèse qui paraît excessive en présence des résultats favorables qu'on peut constater chaque jour.

En tout cas, cette thèse devrait s'appuyer sur des faits probants *relatifs aux bassins alimentaires;* jusque maintenant, de telles preuves n'ont pas été fournies par les adversaires des eaux qui alimentent les 430 000 habitants des faubourgs de Bruxelles et qui, bientôt, desserviront les 450 000 habitants des principales villes de la Basse-Belgique, c'est-à-dire, ensemble, près du huitième de la population totale du Royaume.

Quant à l'affirmation que la Compagnie Intercommunale est un organisme qui n'a pas pour objectif l'intérêt public, nous pensons qu'il faut la considérer comme absolument erronée.

Personne n'ignore, en effet, que la Compagnie vit sous le régime de la loi du 18 août 1907, régissant les associations entre communes pour l'établissement ou l'exploitation de distributions d'eau; que ses statuts ont été approuvés par le Gouvernement; qu'elle peut, comme les communes, obtenir directement les décrets d'utilité publique nécessaires pour l'acquisition des propriétés privées et l'exécution de ses travaux; que l'objet de la Société est précisément de fournir de l'eau potable aux communes qui lui en demandent, sans que les bénéfices nets puissent d'ailleurs dépasser jamais 4 ou 5 %, c'est-à-dire ce que lui coûte ou à peu près le capital. C'est bien là, pensons-nous, une insti-

tution ayant réellement pour objectif l'intérêt public, au même titre que la Société nationale des Chemins de fer vicinaux.

*
* *

Après cette courte digression, nous reprenons l'analyse du premier mémoire; nous y voyons que les auteurs du projet estiment à 240 000 mètres cubes par vingt-quatre heures le volume d'eau nécessaire aux 4 millions d'habitants qui peupleront dans vingt-cinq ans la province d'Anvers et les deux Flandres; ils ajoutent que ce volume d'eau, naturellement pure, pourrait être prélevé *en tout temps, avec certitude*, dans la région de Moll, et *qu'il n'existe pas dans la Haute-Belgique.*

Les auteurs du projet font ensuite une comparaison entre les captages profonds pratiqués dans les terrains sableux et les mêmes exécutés dans les roches calcaires. Comme nous nous proposons de traiter prochainement la question des eaux calcaires, nous ne nous occuperons plus ici que des captages dans les terrains sableux qui, seuls, nous intéressent pour le moment.

Ces captages, affirment MM. Putzeys et Rutot, *s'ils sont bien conçus, procureront des volumes d'eau notablement supérieurs au débit des cours d'eau superficiels qui ne sont alimentés que par suintement; ils pourraient même, si on le jugeait utile, en provoquer le tarissement complet, sans modifier la valeur de l'eau captée. On ajoute que l'ensemble des eaux prélevées à un bassin hydrographique sableux sera irréprochable et notablement supérieur au débit des cours d'eau superficiels.*

Arrêtons-nous un instant, pour attirer l'attention sur la thèse qu'émettent les auteurs du projet. Nous nous empressons de déclarer que cette nouvelle théorie hydrologique nous paraît en contradiction absolue avec la réalité des choses; nous reviendrons d'ailleurs sur ce sujet dans le chapitre consacré à l'examen de la quantité d'eau souterraine disponible.

§ 4. — **Esquisse de la solution proposée pour l'alimentation de la Basse-Belgique.**

La carte reproduite précédemment indique que les sables blancs de Moll occupent une superficie de 13 500 hectares et que l'étendue totale de la zone sableuse à mettre à contribution est de 65 000 hectares.

« Si l'on tient compte de la puissance des couches aquifères », disent les auteurs du projet, « de la facilité avec laquelle l'eau

» circule dans les sables meubles, de l'étendue du cône d'appel que » créerait un rabattement de quelques mètres, non seulement il est » hors de doute que le puisage journalier de ces 100 000 mètres cubes » d'eau, au sein du réservoir colossal dont nos recherches ont » prouvé l'existence, ne compromettrait en rien sa puissance, car » sa réalimentation est assurée, mais encore il est certain que » dans l'avenir, on pourra, en étendant les prises, y trouver les » 240 000 mètres cubes nécessaires pour l'alimentation de la popu- » lation, lorsqu'elle atteindra le chiffre de 4 000 000 d'habitants ! »

a) Mode de captage proposé.

Ils proposent donc une première prise de 50 000 à 70 000 mètres cubes par jour, à faire au moyen de *huit cents* puits distants de *25* mètres et débitant au maximum *87* mètres cubes en *vingt-quatre* heures. On ajoute que les puits filtrants de *10* centimètres de diamètre intérieur établis dans les sables de Moll n'intéressaient la couche aquifère que sur 5 mètres de hauteur et ont débité, sous un rabattement de *1*^{m}*30*, *120* mètres cubes par vingt-quatre heures.

Le type de puits à tubage filtrant, très simple, très économique, étudié par les auteurs du projet et essayé au cours des recherches, avait donné des résultats absolument concluants et devait être décrit en temps utile.

Lors des essais de pompage de 1909, il a été fait usage d'un puits filtrant à lames de verre ; il eût été intéressant, au point de vue de la technique, d'indiquer pourquoi on a abandonné le premier type qui avait donné des résultats concluants.

b) Rendement du bassin de 65 000 hectares.

Les auteurs du projet, rappelant que le bassin hydrographique superficiel assurant l'alimentation des prises d'eau projetées s'étale sur une surface minimum de 65 000 hectares, assurent *qu'un tel bassin est capable du rendement permanent de 5 mètres cubes par hectare et par jour, même en période aride, tant* sont importantes les réserves accumulées en sous-sol, et *ils affirment que les travaux de captage, rationnellement conduits, permettraient d'y prélever 250 000 à 300 000 mètres cubes d'eau par jour.*

§ 5. — Analyse du deuxième mémoire, paru en 1910.

« Dans un précédent mémoire, » disent les auteurs du projet, « nous » avons publié les résultats des sondages exécutés par nous dans la » Campine anversoise, avec le concours financier du Département de » l'Agriculture ; nous avons déterminé les limites, en surface et en » profondeur, des sables blancs de Moll, signalé le développement » énorme des autres couches sableuses qui les entourent et leur » servent de support, et mis en lumière les réserves colossales d'eau » admirablement filtrée et à l'abri de toute chance de contamination » que ces terrains recèlent.

» Cette découverte a été une révélation. La Basse-Belgique était » généralement considérée comme une région dépourvue d'eau souter- » raine et dont l'alimentation ne pouvait dès lors être assurée que par » le captage et l'adduction des sources de la Haute-Belgique. Dès 1904, » nous signalions, contrairement à l'opinion générale, la possibilité » de distribuer dans toute l'étendue des deux Flandres et de la province » d'Anvers, dont la population est actuellement de 2 900 000 habitants, » les eaux souterraines de la Basse-Belgique que nous avions décou- » vertes. »

Après diverses considérations sur la subdivision de la Belgique en quatre zones, au point de vue des ressources aquifères, sujet déjà traité dans le premier mémoire, les auteurs du projet affirment que l'on pourra, *sans nuire à l'hydrographie de la Campine*, faire à la nappe aquifère les emprunts nécessaires pour se procurer les *240 000* mètres cubes d'eau potable que réclamera plus tard une population de *4 000 000* d'habitants.

Pour démontrer la puissance des couches aquifères souterraines, la rapidité avec laquelle elles se reconstituent et la possibilité d'y faire les emprunts considérables que réclamerait une distribution régionale, des expériences de pompage étaient nécessaires. D'accord avec le Ministère de l'Intérieur et de l'Agriculture, elles eurent lieu sur un puits filtrant à lames de verre établi dans la zone des sables de Moll, dans un terrain de 284 hectares de superficie appartenant à cette commune. Au droit de ce puits d'environ 25 mètres de profondeur, la nappe souterraine s'établissait à $1^{m}12$ en contre-bas de la surface, lors des essais de pompage.

Résultats des essais.

Les pompages poursuivis nuit et jour, du 25 septembre au 29 octobre 1909, donnèrent, pour un rabattement de la nappe maintenu constamment égal à *2m50*, du 10 au 29 octobre, un débit moyen de *6* litres par seconde ou de *500* mètres cubes, en chiffres ronds, par journée de vingt-quatre heures.

Grâce à une série de sondages tubés établis autour du puits d'essai, dans un rayon de *49* mètres, on a cru pouvoir relever le niveau de la nappe liquide pendant les pompages et en déduire la forme et les dimensions de la surface influencée.

D'après les indications des auteurs du projet, la zone influencée correspondant au pompage continu de *500* mètres cubes par *vingt-quatre* heures et à un rabattement de *2m50* de la nappe libre souterraine n'occupe qu'une superficie de 1.5 hectare environ et le rectangle circonscrit à la zone influencée mesure à peine 2 hectares.

Rendement du terrain disponible.

Le produit à l'hectare-jour a donc atteint 333 mètres cubes (500 m³ : 1.5 = 333 mètres cubes).

C'est là un rendement merveilleux ; car si on se base sur les constatations faites lors des essais, et si on admet que le rabattement de la nappe souterraine se maintiendrait constamment égal à 2m50 pour le débit journalier de 500 mètres cubes, on pourrait, en établissant un puits d'exhaure par surface de 2 hectares, obtenir un rendement total, pour les 284 hectares du terrain appartenant à la commune de Moll, de 142 × 500 mètres cubes = *71 000* mètres cubes par vingt-quatre heures.

Les auteurs du projet se sont demandé à quelle distance on devrait établir éventuellement les drains destinés à capter l'eau du terrain de la commune.

Ici, ils paraissent avoir éprouvé une certaine hésitation. « Prétendre » établir, disent-ils, par une étude mathématique, le rendement » d'ouvrages de prises d'eau non encore construits, c'est se heurter à » une impossibilité. Comme on est réduit à des hypothèses, nous » admettrons le cas le plus défavorable et nous supposerons que les

» drains sont séparés par l'intervalle maximum compatible avec la » configuration du terrain dont ils forment la ceinture [1]. »

Dans ces conditions, les auteurs du projet prévoient l'établissement de vingt-quatre à trente puits, pour obtenir un débit journalier de 12 000 à 15 000 mètres cubes.

Nous avons vu que, *théoriquement*, on pourrait mettre le terrain de 284 hectares à contribution jusqu'à concurrence de 71 000 mètres cubes par vingt-quatre heures.

Les auteurs du projet n'escomptent donc que le cinquième environ de l'eau souterraine supposée disponible, soit en moyenne 14000 mètres cubes par vingt-quatre heures ou, approximativement, *50 mètres cubes par hectare-jour.*

Coût des travaux.

A raison de 40 francs par tête d'habitant, la dépense totale ne dépasserait pas 6 000 000 ou 8 000 000 de francs, selon qu'on voudrait alimenter 150 000 ou 200 000 habitants. Cette estimation est d'ailleurs absolument théorique, puisqu'elle ne correspond pas à un projet concret et bien déterminé. Nous y reviendrons dans un paragraphe spécial.

Alimentation de Moll.

Envisageant le cas où, seule, l'alimentation de Moll serait en cause, les auteurs du projet fixent le volume d'eau à fournir à 600 mètres cubes, ce qui correspond à 75 litres par jour pour 8 000 habitants.

Dans le but d'obtenir ce volume d'eau en douze heures par jour, on préconise l'établissement de trois puits qui, convenablement répartis, permettraient l'observation méthodibue des fluctuations de la couche aquifère, suivant les circonstances du pompage.

Conclusions.

De l'exposé précédent se dégagent, d'après les auteurs du projet, les conclusions suivantes :

« Dans toute la Belgique, on ne pourrait trouver un ensemble de » conditions plus favorables pour l'établissement de larges prises d'eau

---

[1] Nous avouons ne pas comprendre cette phrase.

» souterraine que celles qui se rencontrent dans la Campine anver-
» soise.

» Surface d'alimentation énorme : 65 000 hectares.

» Absorption immédiate des eaux météoriques dans les sables s'éta-
» lant sans relief, d'où collectionnement de ces eaux porté à son maxi-
» mum. Homogénéité de composition des couches aquifères. Sables
» quartzeux non rétentifs.

» Possibilité d'améliorer la situation hygiénique de la contrée par un
» drainage artificiel.

» Absence de cultures et valeur insignifiante des terrains. Facilité
» d'exécution des ouvrages. Main-d'œuvre à bon marché. Existence, à
» peu de distance, de briqueteries, de fabriques de ciment ; sable sur
» place; transport peu coûteux par voie d'eau. »

§ 6. — **Résumé général du projet.**

Avant de passer à l'examen des bases du projet, nous résumerons celui-ci en quelques lignes.

En *1904*, le projet annoncé prévoyait l'alimentation des *1 700 000* habitants des deux Flandres par une prise d'eau journalière de *100 000* mètres cubes à prélever dans la Campine, aux environs de Moll.

En octobre *1908*, après l'exécution de dix sondages de reconnaissance, MM. Putzeys et Rutot affirment qu'on pourra trouver, pour les *4 000 000* d'habitants que compteront bientôt les deux Flandres et les provinces d'Anvers et de Limbourg, un volume d'eau journalier de *250 000* à *300 000* mètres cubes, à raison d'un rendement de *5* mètres cubes par hectare et par jour applicable à la zone des *65 000* hectares de terrain sableux des environs de Moll.

Quinze mois plus tard, en janvier 1910, après des essais de pompage exécutés sur un puits à lames de verre établi dans un terrain appartenant à la commune de Moll, à 6 kilomètres environ de la station du chemin de fer, les auteurs du projet, enthousiasmés par les résultats « inespérés » obtenus, escomptent, pour un terrain de 284 hectares de superficie, un rendement de 12 000 à 15 000 mètres cubes par vingt-quatre heures ou un débit journalier d'environ *50* mètres cubes à l'hectare, c'est-a-dire *dix fois autant qu'en 1908*.

CHAPITRE II.

Volume d'eau souterraine disponible dans la zone des 65 000 hectares des environs de Moll.

Considérons un bassin de 65 000 hectares de superficie comme celui que les auteurs du projet veulent mettre à contribution à raison d'une moyenne de 5 mètres cubes par jour et par hectare; pour plus de simplicité, supposons que cette zone ne donne naissance qu'à une seule rivière sortant du bassin en A (voir croquis ci-dessous).

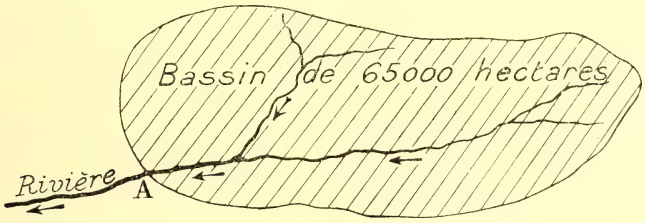


Fig. 1.

Si on jauge la rivière en A et si on divise le débit ainsi obtenu par le nombre d'hectares du bassin alimentaire, on trouve ce qu'on appelle le produit à l'hectare-jour. Ce produit varie, pour un même point de la rivière, suivant les jours de la semaine, suivant les saisons et selon les années; pour certains bassins, les variations sont très grandes; dans d'autres, on observe beaucoup plus de régularité.

Il va de soi que si, par un captage approprié, on parvenait à prélever au bassin considéré un volume d'eau correspondant au produit à l'hectare-jour, les ruisseaux et rivières existants disparaîtraient complètement.

Nous pensons donc que *du moment qu'on se propose de capter l'eau souterraine de toute une zone de grande superficie, et aux périodes de grande sécheresse, on ne peut compter que sur une certaine partie du produit moyen à l'hectare-jour accusé par les jaugeages de la rivière.*

§ 1. — Produit à l'hectare-jour de bassins connus.

Mais, pourrait-on objecter, il existe des précédents qui démontrent que, dans certaines circonstances, on a pu tabler sur la totalité du pro-

duit minimum ou moyen par hectare. Tel fut notamment le cas pour la zone de 4 230 hectares faisant partie du bassin du Hain et mise à contribution par les prises d'eau de la ville de Bruxelles. D'après les renseignements que nous puisons dans cet ouvrage si intéressant intitulé : *Les eaux alimentaires de Belgique*, par Th. Verstraeten (2e partie : *Hydrologie*, 1883), le rendement des galeries de captage, en eaux de sources, en l'espace d'un demi-siècle, dans le bassin du Hain, *l'un des mieux constitués de la Belgique ondulée*, n'est pas descendu au-dessous de 4 mètres cubes à l'hectare et la moyenne s'est approchée de $5^{m3}50$.

Tel est aussi le cas pour le Bois de la Cambre et la Forêt de Soignes dont la surface influencée par les galeries existantes ou à construire mesure *4 000* hectares et qui devaient, d'après M. Verstraeten, alors chef du service des eaux de la Ville de Bruxelles, fournir en *année sèche* 16 000 mètres cubes par jour, soit 4 mètres cubes par hectare.

Mais il ne faut pas perdre de vue qu'il s'agissait de surfaces ou parties de bassins relativement réduites : *4 230* hectares dans le bassin du Hain et *4 000* hectares dans celui de la Senne. Bien que les prises d'eau ainsi établies ne pussent pas faire tarir complètement le Hain ni diminuer notablement le débit de la Senne, le Gouvernement s'opposa à l'extension des galeries de drainage dans le bassin du Hain, lorsque la ville de Bruxelles manifesta l'intention d'augmenter ses ressources en eau potable, par le prolongement vers le Sud des aqueducs de captage.

A plus forte raison, s'il s'agissait d'une zone mesurant *65 000* hectares, c'est-à-dire plus de quinze fois la superficie de la partie du bassin du Hain mise à contribution par la ville de Bruxelles, d'une zone sillonnée par de nombreuses rivières, par des canaux navigables et des rigoles d'irrigation, le Gouvernement serait-il obligé, dans l'intérêt des populations de la région, de limiter ce captage général à une fraction du produit minimum à l'hectare-jour constaté après une période de sécheresse bien caractérisée.

C'est ainsi que lors des premiers captages effectués dans le bassin du Bocq, et plus récemment pour ceux projetés dans le bassin du Hoyoux en vue de l'alimentation de l'agglomération bruxelloise et des villes de la Basse-Belgique, les autorités supérieures ont cru devoir limiter à une fraction du produit à l'hectare-jour le volume d'eau à dériver.

Et lorsque M. van den Broeck émit, en 1909, l'idée qu'on pourrait,

dans une certaine région du pays, mettre à contribution *100 000* hectares de terrains calcaires, pour l'alimentation de la Campine, M. E. Putzeys estima [1] qu'on ne pouvait compter que sur une dérivation de *100 000* mètres cubes, ou sur *la cinquième partie du rendement à l'hectare-jour dont seraient susceptibles les 100 000 hectares annoncés.*

Ainsi donc, nous voyons, d'une part, que le Gouvernement a toujours eu la légitime préoccupation de ne pas laisser mettre à sec les rivières ou les canaux qui traversent les régions de captage et, d'autre part, que, quand il s'agit des bassins calcaires, notre collègue M. E. Putzeys limite au *cinquième* du produit à l'hectare-jour le volume d'eau à capter.

Comment, dès lors, concevoir que les captages dans les sables de la Campine, même s'ils sont bien étudiés, procureront, d'après ce qu'affirment les auteurs du projet, *des volumes d'eau sensiblement supérieurs au débit des cours d'eau superficiels qui ne sont alimentés que par suintement!* Suivant MM. E. Putzeys et Rutot, on pourrait donc prélever à la couche d'eau souterraine qui alimente, *avec les eaux de ruissellement,* les ruisseaux et rivières, un volume d'eau supérieur au rendement moyen à l'hectare-jour de la zone considérée. — On pourrait même, ajoutent-ils, provoquer le tarissement complet des cours d'eau de la région, *sans modifier la valeur de l'eau captée.*

Nous croyons aussi que la qualité de l'eau captée n'aurait qu'à gagner par un abaissement de la nappe correspondant à un pompage intensif; mais que diraient les habitants du pays si les cours d'eau qui leur rendent tant de services actuellement, venaient à disparaître et s'ils n'avaient plus à leur disposition que de l'eau potable?

Que dirait l'Administration des Ponts et Chaussées, si l'on abaissait la nappe aquifère à proximité des canaux et si on mettait ceux-ci à sec, malgré les 500 000 mètres cubes d'eau qu'ils reçoivent quotidiennement de la Meuse? — *Poser la question, c'est la résoudre.*

Nous croyons avoir démontré qu'on ne peut raisonnablement, lorsqu'il s'agit de captage des eaux souterraines de toute une région de grande étendue, compter que sur une fraction du produit à l'hectare-jour.

---

[1] *Parallèle entre les eaux sortant des calcaires et les eaux élaborées dans les terrains à mailles fines. Réponse à M. van den Broeck.* (Bull. Soc. belge de Géol., etc., XXIII, Proc.-verb., séance du 16 février 1909, p. 85.)

§ 2. — Détermination du produit à l'hectare-jour.

Quel peut être le produit par hectare et par jour de la zone de 65 000 hectares de superficie que nos collègues veulent mettre à contribution?

Suivant eux, ce bassin serait capable du rendement permanent de 5 mètres cubes par hectare et par jour, *même en période aride.* Nous eussions aimé à voir justifier ce chiffre par des constatations de fait, notamment par des résultats de jaugeage; mais le mémoire est muet sous ce rapport.

Essayons donc de combler cette lacune et d'évaluer le rendement qu'on peut escompter dans un tel bassin.

Le tableau suivant, emprunté à l'ouvrage déjà cité de M. Verstraeten, renseigne quelques résultats de jaugeages de la Grande-Nèthe, effectués, le premier par M. Mourlon, les autres par M. Lumen. A noter que la Grande-Nèthe est précisément une rivière qui s'alimente à la zone des 65 000 hectares visée par les auteurs du projet.

Dates.	Endroits des jaugeages.	Bassins.	Débits	
			par 24 heures.	par hectare-jour.
		Hectares.	Mètres cubes.	Mètres cubes.
12 juin 1864 . .	Westmeerbeek.	42 000	55 000	1.3
26 juin 1868 . .	Westerloo.	40 450	64 800	1.6
27 juin 1868 . .	Gestel.	65 460	105 120	1.6
5 janvier 1869 .	Westerloo.	40 450	672 480	16.7
5 janvier 1869 .	Hellebrug.	65 140	1 265 760	19.4

Dans le même ouvrage, nous trouvons, pour les diverses régions du pays, des rendements unitaires qui, aux périodes très arides, sont approximativement les suivants :

	Mètres cubes.	
Dans l'Ardenne quartzo-schisteuse	0.3	par hectare.
Pour la Lys et l'Escaut, à Gand	0.6	—
— le Démer, à Diest	0.9	—
— la Meuse, à Namur	1.4	—
— l'entre Senne-Dyle et Gette	2.0 à 4.0	—
— le bassin du Hain	4.0	—

En 1892, les jaugeages très précis exécutés sur le Bocq et le Hoyoux, après une période de sécheresse d'une quinzaine de mois, ont accusé un rendement moyen par hectare-jour de 6 mètres cubes pour le bassin du Hoyoux et de $5^{m3}45$ pour celui du Bocq.

Personne n'ignore d'ailleurs que dans les parties calcareuses de ces bassins, il existe au-dessus du niveau d'émergence des sources ou du plan d'eau des rivières, des couches aquifères considérables, pouvant atteindre des épaisseurs de 30 — 50 — 100 mètres et même davantage ; que ces couches se continuent en contre-bas sur des centaines de mètres et constituent des réserves se chiffrant aussi, comme pour celles de la Campine, par des milliards de mètres cubes, des réserves qu'on pourrait aussi taxer de *colossales* et d'*inépuisables*.

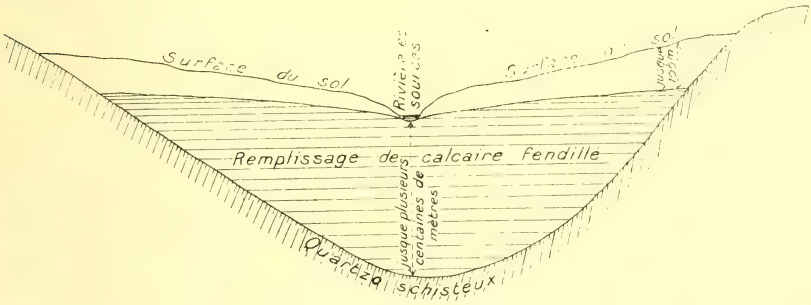


Fig. 2. — Bassin calcaire.

En se basant sur le chiffre constaté en 1864 pour le bassin de la Nèthe, on peut, nous paraît-il, adopter *$1^{m3}5$* comme rendement à l'hectare-jour, *en période aride,* du bassin de *65 000* hectares dont la mise à contribution est actuellement projetée à raison de *5* mètres cubes par hectare.

§ 3. — Volume d'eau réellement disponible.

Nous avons démontré qu'on ne peut, lorsqu'il s'agit du captage en période sèche, des eaux de *tout* un bassin, escompter qu'une fraction du produit journalier à l'hectare, en période aride. Dans l'occurrence, c'est donc une certaine partie de $1^{m3}5$ qu'on serait autorisé à capter, en moyenne générale.

Bien que le bassin de Moll ne soit pas aussi favorable que ceux du Bocq et du Hoyoux, au point de vue de la hauteur et de la régularité du débit des rivières alimentées, — cela tient à ce que la nappe phréatique est très rapprochée de la surface et que les précipitations

atmosphériques ont une répercussion immédiate sur le débit des sources et des cours d'eau, — nous serons certainement très large en attribuant à ce bassin un rendement égal aux *deux cinquièmes du produit à l'hectare-jour*, c'est-à-dire le double de ce que M. E. Putzeys accorde aux *100 000* hectares du bassin calcareux visé par M. E. van den Broeck, pour l'alimentation éventuelle de la Campine.

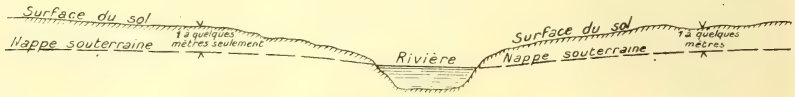


Fig. 3. — Bassin des environs de Moll.

De cette façon, nous obtiendrons, comme volume d'eau souterraine pouvant être captée, *par des ouvrages appropriés et en des endroits à choisir d'une façon judicieuse*, un cube journalier de :

$$65\,000 \times 0.4 \times 1^{m3}3 = 33\,800 \text{ mètres cubes,}$$

soit *34 000* mètres cubes en chiffres ronds. Nous ne sommes donc pas d'accord avec les auteurs du projet, puisqu'ils évaluent à *250 000* ou *500 000* mètres cubes par vingt-quatre heures le volume d'eau pouvant être capté dans la zone de 65 000 hectares des environs de Moll.

§ 4. — Mode de captage et rendement escomptés dans le premier mémoire.

Mais, en réalité, ce n'est pas 5 mètres cubes par hectare que les auteurs du projet escomptaient dans leur premier mémoire. En effet, pour obtenir 70 000 mètres cubes d'eau par vingt-quatre heures, ils prévoyaient l'établissement de *800* puits filtrants de $0^{m}10$ de diamètre distants de *25* mètres, chacun des puits devant pouvoir débiter *87* mètres cubes par jour.

Or, si l'on admet que la nappe aquifère est sensiblement horizontale, la surface influencée par chaque puits d'exhaure serait représentée par un cercle de 25 mètres de diamètre et mesurerait environ 5 ares. A cette superficie correspondrait un débit de 87 mètres cubes par jour, de telle sorte que le produit à l'hectare-jour serait de $\frac{87 \times 100}{5} = 1\,740$ mètres cubes.

Voyons si on peut justifier ce chiffre extraordinaire !

La pluie qui tombe sur le bassin considéré à raison de $0^{m}70$ de hauteur moyenne fournit une précipitation annuelle de 7 000 mètres cubes par hectare ou de 19 mètres cubes par jour. Si même on admettait qu'il n'y a guère de ruissellement, ni d'évaporation ni d'absorption par les plantes, et si, pour ce pays privilégié, on comptait que les cinq dixièmes de l'eau tombée alimentent la couche d'eau souterraine, les précipitations atmosphériques lui apporteraient un appoint de $0.5 \times 19^{m3} = 9^{m3}5$ par hectare.

En retranchant $9^{m3}5$ de 1 740 mètres cubes, il reste $1\ 730^{m3}5$ dont on ne pourrait expliquer la provenance qu'en admettant l'existence d'un courant souterrain qui fournirait ce formidable appoint. Est-ce vraisemblable? Examinons.

Dans leur premier mémoire, les auteurs du projet signalent ce courant souterrain, mais n'en évaluent pas l'importance. Il est rare d'ailleurs qu'on ait l'occasion de mesurer l'intensité d'un tel courant. Une seule fois en Belgique, pensons-nous, on a pu supputer la valeur de l'appoint fourni par un courant souterrain. Les renseignements que nous allons donner sur ce sujet sont extraits d'un rapport adressé par notre collègue M. E. Putzeys, en 1893, au Collège de la Ville de Bruxelles, relativement à l'extension du service des eaux de l'agglomération bruxelloise.

Décrivant le sous-sol du bois de la Cambre et de la forêt de Soignes, le distingué Ingénieur en chef de la Ville de Bruxelles disait qu'il peut être assimilé à un filtre immense, dont l'alimentation se ferait non seulement par le haut, c'est-à-dire par les eaux météoriques tombant sur sa surface supérieure, mais encore pas un afflux d'amont. Il évaluait ensuite, par un calcul très simple, quel peut être l'*afflux spécial du courant d'amont* et il arrivait au chiffre moyen de *2 800* mètres cubes par jour, pour une surface influencée de *1 100* hectares, soit donc environ $2^{m3}5$ par hectare et par jour, et cela dans l'hypothèse où le rendement quotidien à l'hectare du bassin, dû aux eaux météoriques, était de 5 mètres cubes.

Admettons, puisque le sable de Moll est plus gros que le sable bruxellien de la forêt de Soignes, que le courant souterrain fournisse un appoint de $3^{m3}5$ par hectare-jour, et nous obtiendrons comme produit total à l'hectare $9^{m3}5 + 3^{m3}5 = 13$ mètres cubes.

Bien qu'en réalité le produit de $9^{m3}5$ que nous avons admis pour l'infiltration des eaux météoriques soit beaucoup trop fort et puisse se réduire à $1^{m3}3$ après une période aride, comme l'ont démontré les jaugeages de 1863, on pourrait, sans inconvénient, adopter *momenta-*

nément le chiffre de 13 mètres cubes à l'hectare-jour, car il ne représente guère que la cent cinquante-deuxième partie des *1 740* mètres cubes escomptés dans le mémoire pour les puits à rendement journalier de 87 mètres cubes.

Si l'on se rappelle que nous avons affaire à une couche aquifère non artésienne, mais absolument libre, l'exagération même du chiffre auquel on arrive pour le produit à l'hectare-jour en espaçant les puits de 25 mètres donne l'impression que les dispositions générales prévues pour le captage devraient être notablement modifiées, en cas d'exécution du projet. Nous n'insisterons pas davantage sur ce point, puisque les auteurs du mémoire indiquaient le système préconisé dans un chapitre intitulé : *Esquisse* de la solution présentée pour l'alimentation de la Basse-Belgique. Il ne s'agissait donc que d'une esquisse, que d'un avant-projet susceptible de toutes les modifications que peut suggérer une étude définitive.

§ 5. — Puits d'essai. Son emplacement. Son débit. Interprétation des résultats obtenus.

Afin de vérifier si les prévisions des auteurs du projet se réaliseraient tant au point de vue de la quantité d'eau souterraine disponible qu'à celui de sa qualité, on décida en haut lieu, et d'accord avec l'administration communale de Moll, de faire établir un puits filtrant à lames de verre dans un terrain de 284 hectares de superficie appartenant à la commune et situé à 6 kilomètres environ de la station du chemin de fer. Consultés au sujet de l'emplacement du puits d'essai, « les auteurs » du projet se bornèrent à déclarer que le terrain choisi, vu sa situa- » tion dans la zone des sables de Moll, déterminée par leurs études » antérieures, *confirmerait au point de vue géologique les données déjà* » *recueillies et qu'au point de vue hygiénique, l'emplacement projeté était* » *irréprochable* ».

Pour permettre de bien comprendre ce qui va suivre, nous croyons utile de donner une description topographique du terrain d'expérience et de ses environs.

Comme l'indique la carte au 25 000e (fig. 4), le terrain de la commune de Moll dénommé Groote Heide, d'une surface de 284 hectares, est en partie boisé et en partie inculte.

Il est traversé par la grand'route de Baelen à Postel et, sur ses quatre côtés, il est bordé par des canaux ou des rigoles d'irrigation qui

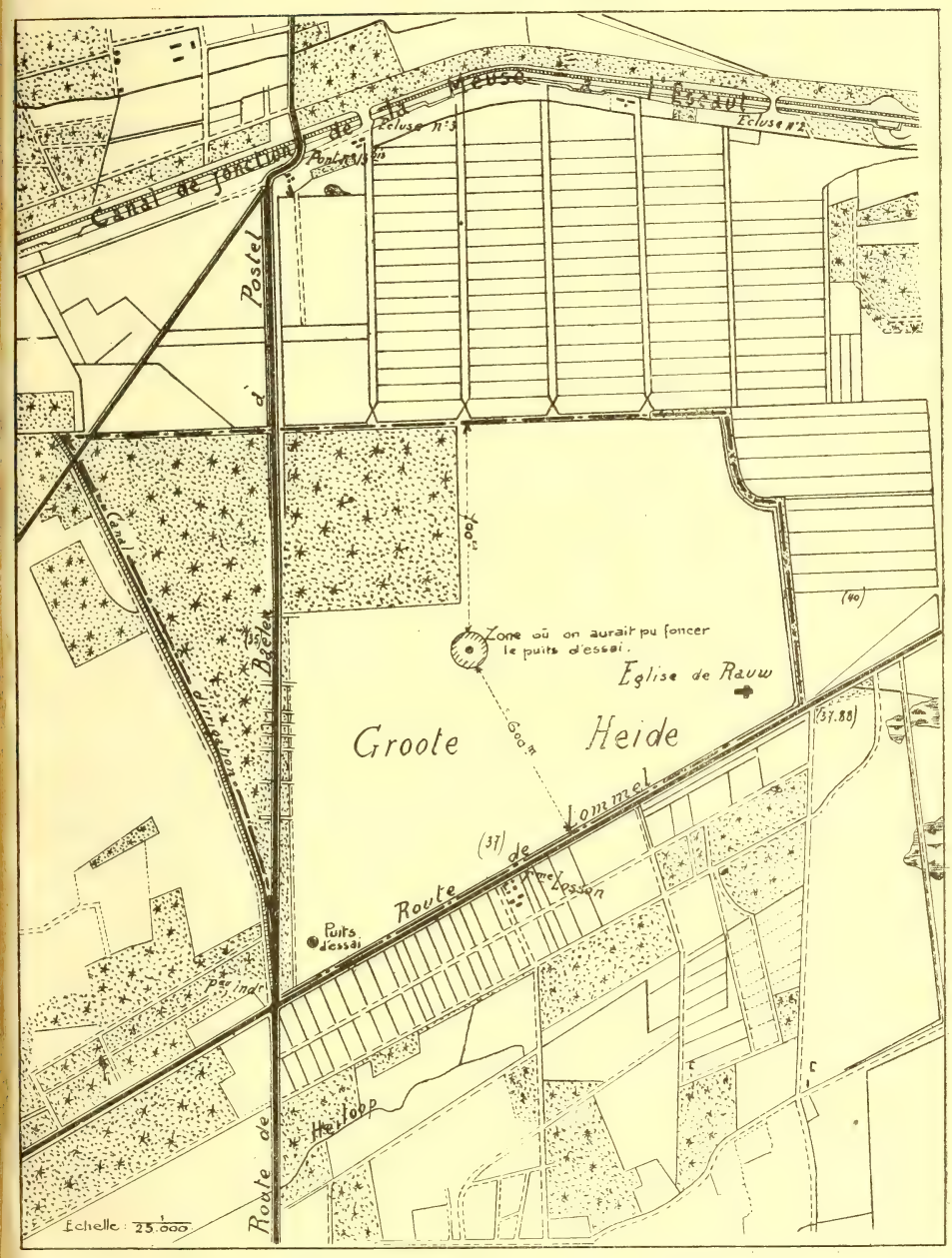


Fig. 4. — Environs du puits d'essai.

ont un débit considérable *et dont le plan d'eau superficiel est plus élevé que le niveau de la nappe aquifère souterraine.*

C'est ainsi que le canal qui longe la lisière occidentale du terrain de la commune de Moll écoulait à la date du 4 décembre dernier environ 40 000 mètres cubes par vingt-quatre heures, sans compter le volume d'eau qui pénétrait latéralement dans le terrain encaissant, puisque les talus sont complètement perméables et que le plan d'eau superficiel est plus élevé que celui de la nappe phréatique.

C'est le canal de jonction de la Meuse à l'Escaut qui alimente toutes les rigoles d'irrigation dont l'ensemble constitue une véritable ceinture liquide. On pourrait donc comparer le terrain à mettre à contribution en vue de l'alimentation éventuelle de Moll, Baelen, Gheel et Beverloo, à une île sablonneuse complètement perméable et baignée par un lac ou par un fleuve.

La surface du sol de cette île étant inclinée de l'Est vers l'Ouest, sans grand relief d'ailleurs, on pourrait la représenter en coupe par le croquis ci-dessous.

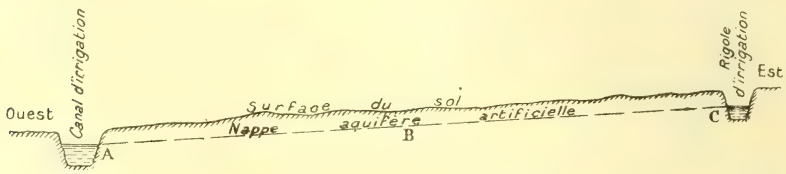


Fig. 5.

La ligne A B C représente la nappe phréatique artificielle qui résulte du voisinage et de la situation des canaux d'irrigation. Si ceux-ci n'existaient pas, il est certain que la nappe s'abaisserait pour revenir à son niveau naturel.

*
* *

Dans ces conditions, où fallait-il placer le puits d'essai pour le soustraire autant que possible à l'influence et aux apports des canaux et rigoles bordant le terrain d'expérience?

C'est évidemment vers le centre, le plus loin possible des eaux enveloppantes, qu'il convenait d'établir un ouvrage semblable. A cette raison s'ajoutait l'obligation de pouvoir reconnaître la forme et l'ampleur de la dépression à provoquer dans la couche aquifère par des pompages suffisamment prolongés.

On pouvait d'ailleurs évaluer d'avance le rayon de cette dépression; pour le sable bruxellien, on sait en effet, comme le rappelle M. E. Putzeys dans son rapport au Collège de Bruxelles déjà cité, qu'à un rabat-

tement de la nappe aquifère de 6 à 8 mètres correspond un sillon asséché s'étendant à 1 000 mètres environ de part et d'autre de la galerie drainante.

Pour un rabattement de $2^{m}50$, le rayon d'influence serait donc de 350 à 400 mètres, et pour 5 mètres d'abaissement de la nappe, le sillon influencé devrait s'étendre à 700 ou 800 mètres autour du puits d'essai.

Il va de soi que plus gros est le grain du sable, plus loin s'étendra l'influence correspondante à un rabattement déterminé. Puisque, d'après les auteurs du projet, les grains de sable de Moll ont un volume double de ceux du sable bruxellien, il était certain qu'une dépression de $2^{m}50$ dans le sable de Moll correspondrait à un rayon bien supérieur à celui constaté pour le sable bruxellien et que ce rayon atteindrait au moins 600 mètres. Pour un rabattement de 5 mètres, on devait certainement escompter un rayon d'influence de 1 200 mètres.

Connaissant le rayon d'influence probable, il devait suffire, pour relever la forme et l'ampleur de la dépression des pompages, d'observer les fluctuations de la nappe souterraine au moyen de forages tubés, ou mieux de puits foncés, suivant deux axes perpendiculaires, de distance en distance, entre le puits d'essai et la limite extrême de la zone déprimée. Dans l'occurrence, c'était donc jusqu'à 600 ou 1 200 mètres au moins du puits d'essai qu'il convenait d'établir des puits témoins, si l'on voulait provoquer un rabattement de $2^{m}50$ ou de 5 mètres de la nappe aquifère souterraine.

Tels sont les principes dont il nous paraît qu'on devait s'inspirer pour le choix de l'emplacement du puits et pour les observations hydrologiques à faire pendant les pompages.

Voyons ce qui a été fait.

D'après les indications de la carte au $25\,000^{e}$ reproduite ci-dessus, le puits d'essai a été établi dans l'angle des routes de Moll à Lommel et de Baelen à Postel, à 145 mètres du canal d'irrigation longeant la limite orientale du terrain et à 152 mètres des fossés de la route de Moll à Lommel, fossés qui alimentent partiellement le canal d'irrigation précité. Pour observer les principes et conditions indiqués ci-dessus, on aurait dû, nous semble-t-il, foncer ce puits à l'emplacement figuré sur la carte au $25\,000^{e}$, à peu près au milieu du terrain, à environ 600 ou 700 mètres des limites du terrain d'expérience et des canaux de ceinture. De cette façon, il eût été possible de produire un rabattement de la nappe d'environ $2^{m}50$ avec afflux *minimum* d'eau provenant des rigoles d'irrigation; toutefois, la configuration et la surface du terrain ne permettaient guère d'escompter un rabattement

supérieur à $2^{m}50$ sans s'exposer à influencer *directement* les canaux et rigoles de ceinture.

Quant aux puits témoins établis pour l'observation des fluctuations de la nappe souterraine, il est évident qu'ils auraient dû être répartis sur un rayon bien supérieur à 49 mètres, si l'on avait voulu obtenir des indications vraiment intéressantes et pratiques.

En nous basant uniquement sur les principes élémentaires de l'hydrologie, nous devons donc conclure qu'en fonction de la nature du sous-sol et de la situation en plan et en profil des canaux d'irrigation ceinturant le terrain d'expérience, le choix de l'emplacement du puits d'essai qui, d'après les auteurs du projet, doit constituer un puits définitif, aurait pu être plus heureux, puisque les résultats pratiques et tangibles fournis par un tel puits doivent fatalement être frappés d'un coefficient de doute qui leur enlève toute force probante.

Mais, quelque logiques que paraissent ces déductions d'hydrologie pure, nous n'avons pas voulu nous cantonner dans une étude de cabinet.

Il nous a semblé que le problème dont la solution *intégrale* était annoncée offrait un intérêt assez considérable pour comporter une étude minutieuse sur place et des travaux de recherche complémentaires tant au point de vue de la nature du terrain que du nivellement de la nappe souterraine et des eaux courantes aux environs du puits d'essai.

Dans ce but, nous avons fait relever deux profils en travers passant par le puits d'essai et s'étendant sur 300 à 350 mètres de longueur.

Rapportés à grande échelle, ces profils, qui font l'objet des planches B et C, fournissent exactement le niveau du terrain et celui de l'eau dans les rigoles d'irrigation et dans les seize puits que nous avons fait creuser pour observer la nappe aquifère. De cette façon, nous avons pu repérer exactement le niveau de cette nappe à la date du 4 décembre 1910.

D'autre part, nous avons fait figurer sur ces profils le tracé de la nappe immédiatement avant les pompages d'essai et à la fin de ceux-ci, d'après les indications de la planche V du dernier mémoire de MM. Putzeys et Rutot. Un trait interrompu représente le tracé *hypothétique* de la nappe en dehors des puits témoins établis sur les indications des auteurs du projet et figurés par de gros traits noirs verticaux.

Un plan, à l'échelle du $2\,000^{e}$, complète ces profils; il indique l'emplacement du puits d'essai, des forages témoins et des seize puits de reconnaissance établis sur nos indications. (Voir pl. A.)

En examinant les profils, on peut constater :

1° Que la nappe avant les essais de pompage et la nappe actuelle

présentent toutes les deux une inclinaison marquée de l'Est vers l'Ouest, comme le terrain lui-même;

2° Que les deux nappes ne coïncident pas, ce qui est naturel, puisque l'une a été relevée fin septembre 1908, à une époque de basses eaux, et l'autre au commencement de décembre 1910, après une longue période de fortes pluies;

3° Qu'il existe, à peu près à hauteur de la nappe souterraine, une couche de sable noir tourbeux de 0^m15 à 0^m20 d'épaisseur qui paraît continue et s'étendre sur toute la zone des profils levés;

4° Que la nappe se relève fortement aux abords du canal d'irrigation, qui débite environ 40 000 mètres cubes par vingt-quatre heures.

Il est donc incontestable que ces rigoles, lorsqu'elles fonctionnent, — et c'est la règle, — alimentent la couche aquifère souterraine et font relever la nappe dite phréatique.

On conçoit facilement que les puits plongeant dans une telle couche aquifère, constamment alimentée par les canaux d'irrigation, puissent fournir des débits considérables sans provoquer d'abaissement notable de la nappe souterraine. C'est ce qui, suivant nous, a dû se produire pour le puits d'essai de Moll qui a donné 500 mètres par vingt-quatre heures pour un rabattement de 2^m50 et une surface influencée de 1.5 hectare seulement. Bien qu'en réalité la zone influencée soit certainement plus grande que celle indiquée, il n'en est pas moins vrai que l'exagération même du rendement à l'hectare : 333 mètres cubes, eu égard à la nature de la couche aquifère souterraine, qui est absolument libre, a dû, à défaut d'autres observations, attirer l'attention des auteurs du projet et leur faire rechercher la véritable cause de ce produit journalier vraiment anormal.

Pourtant la lecture du dernier mémoire de nos collègues ne donne pas l'impression qu'ils aient tenu compte de l'influence des canaux d'irrigation sur la nappe souterraine : nulle part il n'est fait allusion à cette source d'alimentation extraordinairement abondante; nulle part les auteurs du projet n'ont indiqué qu'ils comptaient utiliser le système employé avec tant de succès en Suède par notre éminent collègue M. Richert, qui vient de publier sur ce sujet un mémoire très documenté ayant pour titre : « Les eaux souterraines de la Suède. »

Dans les deux mémoires de MM. Putzeys et Rutot, il ne s'agit nullement de la création *d'eaux souterraines artificielles*, comme celles qui desservent plusieurs villes en Suède; il n'est nulle part question d'alimenter la couche aquifère libre par l'infiltration des eaux provenant d'un cours d'eau ou d'une rigole d'irrigation. Ce serait pourtant, pensons-nous, le

seul moyen de justifier le débit extraordinaire de 12 000 à 15 000 mètres cubes par vingt-quatre heures que les auteurs du projet escomptent pour le terrain de 284 hectares de superficie appartenant à la commune de Moll.

Nous ne pouvons donc partager l'optimisme des auteurs du projet lorsqu'ils déclarent qu' « on se trouve aujourd'hui en présence, non » plus d'une certitude basée sur des déductions d'hydrologie pure, » déjà indiscutables par elles-mêmes, mais d'une certitude basée sur » les résultats pratiques et tangibles fournis par *un* (1) puits d'essai, » sans que les auteurs soient intervenus dans le choix de son empla- » cement qu'il suffisait, d'après les données précédemment recueillies » par eux, de fixer dans les limites de la zone des sables de Moll, pour » *justifier* (1) ou *infirmer* (1) leurs affirmations ».

§ 6 — De nouveaux essais s'imposent.

A notre avis, il convient de faire de nouveaux essais, en choisissant pour le ou les puits un emplacement qui les mette à l'abri de toute cause d'erreurs; la zone influencée devrait être observée par des forages, ou mieux par des puits témoins répartis sur un rayon largement calculé; et puisqu'en premier lieu il s'agit de l'alimentation de Moll, il semble tout naturel de choisir un emplacement beaucoup plus rapproché de l'agglomération bâtie que ne l'est le terrain communal situé à 6 kilomètres de la station du chemin de fer. On peut certainement trouver dans un rayon de 1 à 2 kilomètres autour de Moll un terrain qui, beaucoup mieux que celui choisi, conviendra pour l'installation d'un puits d'essai et, le cas échéant, d'une usine de refoulement et d'un château d'eau. Ce sera tout avantage pour la commune.

§ 7. — Les résultats d'un seul puits ne suffisent pas pour l'appréciation d'un bassin tout entier.

Quant à vouloir préjuger de ce que peut fournir un bassin entier, en se basant sur les résultats *d'un seul* puits d'essai, nous estimons qu'on s'exposerait à de graves mécomptes. Nous croyons qu'il faut être très circonspect sous ce rapport et se souvenir, pour en retirer un enseignement précieux, des déceptions que certains d'entre nous ont éprouvées dans leurs travaux de captage, malgré les précautions prises et toutes

(1) Ces mots ne sont pas soulignés dans le texte original.

les garanties que semblaient devoir fournir des données ou des essais rigoureusement contrôlés.

A ce point de vue, nous pouvons citer deux exemples bien typiques : le premier nous est personnel et l'autre concerne deux des auteurs du nouveau projet d'alimentation de la Basse-Belgique.

Quand nous avons été chargé de l'étude de la distribution d'eau de Rixensart, nous avons d'abord fait établir, à un endroit déterminé, un forage de reconnaissance qui, après avoir rencontré $2^{m}50$ d'alluvions tourbeuses et $2^{m}50$ d'argile ypresienne, traversa une couche de gros sable de 5 mètres d'épaisseur et atteignit, à 10 mètres de profondeur, l'argile landenienne.

La couche de sable renfermait de l'eau artésienne, qui sortit au niveau du sol, à raison d'un débit journalier de 86 mètres cubes.

Des pompages sommaires exécutés sur ce forage donnèrent un rendement de 300 mètres cubes par vingt-quatre heures. Au surplus, l'écoulement, au niveau du sol, se maintint *constant* pendant les quelques mois qui s'écoulèrent jusqu'au fonçage du puits de captage définitif.

Une fois celui-ci établi, des essais de pompage, contrôlés d'une façon permanente par le service technique provincial du Brabant et, parfois, par les délégués des autorités supérieures, furent exécutés pendant un mois entier, et le débit minimum constaté ne descendit jamais au-dessous de **300** mètres cubes, ce qui engagea même la commune de Rosières à se joindre à celle de Rixensart pour réaliser en commun une distribution d'eau économique.

Les travaux étant terminés, le service de distribution se fit normalement, mais, comme la consommation était faible au début, on n'eut pas, en dehors des essais officiels de réception qui avaient confirmé les résultats antérieurs, l'occasion d'utiliser le débit entier du puits; et lorsque, après une année de fonctionnement, on voulut mettre en marche les deux pompes et employer le rendement total de l'ouvrage, on constata que celui-ci ne pouvait plus fournir qu'environ **170** mètres cubes par vingt-quatre heures. Comme, de plus, depuis lors il y a eu des entraînements d'argile à travers le puits filtrant, l'eau captée a laissé à désirer tant au point de vue de l'aspect que de la quantité disponible; actuellement les deux communes alimentées ont décidé de renoncer au puits de captage, qui n'avait d'ailleurs coûté que 3 500 francs, et de le remplacer par des sources émergeant dans les sables bruxelliens et situées à proximité de la roue hydraulique qui actionne les pompes de refoulement. Estimant que cette déception n'était pas imputable à

l'ingénieur auteur du projet, les autorités communales intéressées nous ont confié les études complémentaires de la distribution d'eau.

*
* *

L'autre exemple que nous voulons citer est emprunté aux travaux de MM. Putzeys et Rutot relatifs au captage des eaux destinées à la ville de Courtrai; il est tout aussi instructif que celui de Rixensart. Pour ne pas allonger inutilement notre étude, nous renverrons au rapport que nos collègues adressaient le 27 août 1905 à l'administration communale de Courtrai et que nous publions en annexe, en même temps que l'appréciation de M. le Bourgmestre de Courtrai, en date du 2 octobre 1905.

Cet exemple montre comment des essais favorables au début n'ont pas été confirmés dans la suite.

Il convient donc de se souvenir des déceptions que nous venons de rappeler et d'examiner, sans excès d'enthousiasme comme sans parti pris, les éléments essentiels de la solution que nos collègues présentent pour l'alimentation de la Basse-Belgique.

CHAPITRE III.

Qualité des eaux à capter.

§ 1. — Analyse des eaux. Maxima généralement admis.

Dans sa *Contribution à l'étude et à l'analyse des eaux alimentaires de Belgique*, M. Blas, professeur à l'Université de Louvain et membre de l'Académie de Belgique, donne les chiffres suivants comme maxima qu'il ne convient pas de dépasser :

Dureté totale	32 degrés.	
Acide azotique	0gr027 par litre.	
— azoteux	0	—
Ammoniaque saline	0	—
— albuminoïde	0	—
Chlore	0.035	—
Acide sulfurique	0.100	—
Chaux	0.112	—
Magnésie	0.040	—
Matières organiques (méthode Wood et Kubel)	0.050	—
Résidu d'évaporation	0.500	—

En 1887, le Congrès pharmaceutique arrêta comme suit les maxima admissibles :

Matière organique non azotée	0gr020
Sels minéraux	0.500
Chaux et magnésie	0.200
Acide sulfurique anhydre	0 060
Acide nitrique	0.002
Chlore	0.008
Ammoniaque	0.0005

§ 2. — Analyse des eaux de Moll.

Dans le mémoire d'octobre 1908, on signale les résultats des analyses chimiques confiées à M. le Dr P. Schoofs, préparateur du cours d'hygiène à l'Université de Liége.

Nous y relevons que pour les puits I et II de Moll, — nous supposons qu'il s'agit des puits tubés et filtrants de 0m10 de diamètre auxquels il a été fait allusion antérieurement, — la quantité de fer varie de 0mgr41 à 0mgr49 par litre et on n'y signale pas d'ammoniaque saline ou albuminoïde.

L'eau prélevée dans les sables de Moll est déclarée parfaite au point de vue chimique.

« Quant à sa pureté bactériologique, » disent les auteurs du projet, « nous nous bornerons à renouveler cette affirmation, scientifiquement appuyée par l'expérience journalière, que lorsqu'il s'agit de » captage d'eaux élaborées dans les sables et protégées par un manteau » de même nature de *quelques* mètres d'épaisseur — 3 à 4 mètres — » l'analyse chimique est suffisante pour fixer la valeur de l'eau, à la » condition, bien entendu, que l'homogénéité de composition du sol » soit démontrée (comme c'est ici le cas) par l'exploration géologique.

» Dans les circonstances qui nous occupent, » continuent les auteurs du projet, « l'examen bactériologique de l'eau serait une superfétation. » Il est évident, d'ailleurs, que, si l'on mettait en doute le pouvoir » filtrant des sables de la Campine, ce n'est pas quelques analyses » d'eau qui convaincraient les incrédules ou plus exactement les ignorants. Pour apporter la conviction dans les esprits rebelles à la conception du pouvoir filtrant des sables, les analyses devraient être » répétées, des prises provisoires pour prélèvements devraient être pratiquées sur l'emplacement de chacun des puits dont il sera question

» plus loin ; nous n'insisterons pas et nous considérerons la pureté de » l'eau comme une donnée primordiale définitivement établie. »

En 1909, pendant les essais de pompage effectués sur le puits filtrant à lames de verre établi dans le terrain de la commune de Moll, des analyses chimiques et bactériologiques furent faites par M. le Dr Muset, du Ministère de l'Agriculture.

Analyses bactériologiques. Résultats satisfaisants.

Analyses chimiques. Elles décèlent la présence d'ammoniaque saline en quantités variant de $0^{mgr}2$ à $0^{mgr}6$; l'ammoniaque albuminoïde s'y trouve à raison de $0^{mgr}1$ à $0^{mgr}35$ par litre. Quant au fer, on en constate $1^{mgr}4$ à $1^{mgr}8$ et la dureté totale s'établit aux environs de 10 degrés.

Dans son rapport, M. le Dr Muset signale qu'habituellement on attribue la présence de l'ammoniaque saline et de l'ammoniaque albuminoïde à la décomposition de matières organiques; mais il est d'avis qu'on ne peut suspecter la valeur hygiénique de cette eau, à cause de son origine et de ses caractères bactériologiques.

D'après Richert (1), l'ammoniaque dans l'eau superficielle indique de l'urine, tandis que sous une couche d'argile imperméable, elle n'est qu'un produit de réactions chimiques inoffensives.

Dans l'occurrence, nous avons affaire à une nappe absolument libre, séparée du sol par une épaisseur de sable d'un mètre environ et non de *3 à 4 mètres comme pourrait le faire croire la citation de la page précédente.* A l'emplacement du puits d'essai, il existe $2^{m}70$ de sable renseigné comme *flandrien* dans le mémoire de MM. Putzeys et Rutot; dans les seize puits de reconnaissance que nous avons fait creuser, nous avons reconnu, à une profondeur variant de $1^{m}00$ à $0^{m}30$, une couche de sable *noir tourbeux* de $0^{m}15$ à $0^{m}20$ d'épaisseur. Cette couche doit donc présenter une certaine continuité; elle a certainement été rencontrée soit lors du fonçage du puits d'essai, soit dans quelques-uns des dix-neuf sondages et forages établis dans un rayon de 49 mètres autour de l'ouvrage de captage, sur les indications de nos collègues. Pourtant aucun des deux mémoires de MM. Putzeys et Rutot ne donne de renseignements détaillés sur la composition du sable « flandrien »; on se borne à signaler l'épaisseur totale de ce terrain, sans indiquer la présence du sable tourbeux, tout au moins dans le terrain d'expérience. Ce sable tourbeux aurait-il échappé aux investigations des auteurs du projet? N'y verraient-ils aucun inconvénient, au point de

---

(1) *Les eaux souterraines de la Suède.* (Bull. de la Soc. belge de Géol., etc., t. XXIV, Mémoires, 1910.)

vue de la qualité des eaux souterraines? Telles sont les questions que nous nous permettons de poser à nos éminents collègues.

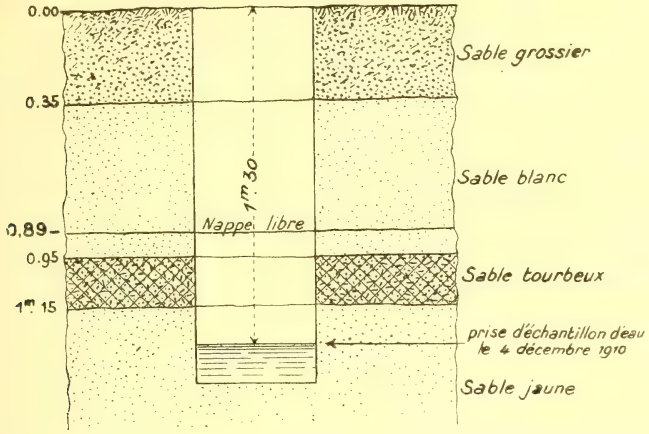


FIG. 6. — COUPE D'UN PUITS CREUSÉ A 3 MÈTRES DU CÔTÉ OUEST DU GRAND PUITS D'ESSAI.

Nous reproduisons ci-dessus une coupe représentant un puits creusé à 3 mètres seulement du grand puits filtrant à lames de verre. On y voit que la nappe souterraine s'établissait, le 4 décembre 1910, à 0m89 sous la surface; pour la prise d'échantillon en vue de l'analyse chimique, on épuisa l'eau jusqu'en contre-bas de la couche de sable tourbeux, et c'est cette eau qui permit à M. le chimiste Pirsch d'établir les résultats suivants, évalués par 1 000 centimètres cubes.

Matière minérale totale à 110°	0gr380
— organique, en milieu acide	0.088
Azote albuminoïde (méthode de Kjeldahl)	0.008
Fer (oxyde ferrique)	0.0055
Fer métal	0.0038
Degré hydrotimétrique	28

Ces chiffres diffèrent notablement de ceux obtenus par M. le docteur Muset, après une période de pompages de vingt à trente jours.

Tandis que l'eau prélevée directement à la nappe phréatique contient 88 milligrammes de matières organiques, 8 milligrammes d'azote albuminoïde, près de 4 milligrammes de fer métal et titre 28 degrés hydrotimétriques, celle de la couche souterraine, arrivant au puits filtrant, après un rabattement de 2m50 en pénétrant dans l'ouvrage à 7 mètres de profondeur sous le niveau primitif de la nappe, ne contient plus que

0gr00167 de matière organique en milieu acide, 0gr10 à 0gr35 d'ammoniaque albuminoïde, 1gr4 à 1gr8 de fer, et sa dureté totale s'est abaissée à 10 degrés environ.

Alors que l'eau de la nappe, vue au fond des puits de reconnaissance, a une couleur *brune caractéristique, tandis que celle des sables bruxelliens est limpide et transparente*, on a constaté, pendant les pompages, que l'eau, au sortir des tuyaux de refoulement, était incolore.

C'est évidemment au pouvoir purificateur des sables traversés pendant le trajet vers le puits aspirant qu'il faut attribuer cette amélioration importante des qualités de l'eau souterraine.

Mais faut-il en conclure que l'eau extraite pendant les pompages était de *première* qualité?

L'ammoniaque saline et l'ammoniaque albuminoïde que renfermait l'eau à la fin des pompages, en proportion encore assez forte, *et non admissible suivant le chimiste Blas,* sont certainement dues à la décomposition des matières organiques contenues dans la couche de sable noir tourbeux qui se trouve à peu près au niveau de la nappe phréatique et dont M. le Dr Muset ignorait sans doute l'existence. Peut-être ces matières organiques proviennent-elles, en partie, des eaux impures des rigoles d'irrigation, appelées dans le puits sans avoir subi une purification suffisante.

Quoi qu'il en soit, nous estimons qu'il serait imprudent et dangereux de considérer comme potables de telles eaux, sans avoir fait des essais et des études complémentaires. Nous ne pouvons partager l'optimisme des auteurs du projet lorsqu'ils déclarent que l'eau doit être de première qualité parce qu'elle provient d'un terrain sableux et que le pays est peu peuplé. Des affirmations semblables ont besoin d'être étayées par des preuves plus convaincantes que celles fournies jusqu'à ce jour.

En tout cas, on peut dire que les analyses ne font que confirmer la nécessité d'établir un ou plusieurs nouveaux puits d'essai, à un emplacement tenu à l'abri de toutes les causes d'erreur qui pourraient vicier les résultats des expériences, tant au point de vue de la qualité que de la quantité des eaux à capter.

En ce qui concerne la valeur hygiénique des eaux de Moll, nous croyons devoir réserver notre opinion jusqu'au moment ou nous posséderons des éléments d'appréciation plus complets et moins douteux.

Parviendra-t-on à trouver, dans la zone des sables de Moll, des eaux bien élaborées, *ne contenant pas d'ammoniaque albuminoïde en proportion telle que leur emploi serait déclaré dangereux et antihygiénique s'il*

s'agissait d'eaux de provenance calcaire? L'avenir nous le dira, si on fait, de la région visée par les auteurs du projet, une étude méthodique et attentive.

§ 3. — De la déferrisation.

D'après les analyses de M. le Dr Muset, les eaux souterraines prélevées au puits d'essai vers la fin de la période des pompages, c'est-à-dire du *21* au *29* octobre 1909, contenaient de $1^{mgr}4$ à $1^{mgr}8$ de fer métal par litre.

M. le Dr Schwers, qui s'est spécialement occupé de la question de la déferrisation des eaux potables, a étudié des échantillons prélevés au puits d'essai les *8* et *10 décembre* 1909, c'est-à-dire environ six semaines après la cessation des pompages.

Dans ces conditions, il est évident que l'eau soumise à M. Schwers ne fut pas la même que celle analysée par M. le Dr Muset; nous en voyons d'ailleurs la preuve dans le fait que M. Schwers ne trouve qu'une proportion de fer variant de $0^{mg}51$ à $0^{mg}64$, alors qu'à la fin des pompages on constatait *officiellement* $1^{mg}4$ à $1^{mg}8$ de fer.

Dès lors, il nous paraît que les constatations faites par M. Schwers ne peuvent fournir aucun élément d'appréciation sérieux quant à la facilité plus ou moins grande d'une déferrisation éventuelle. Elles ne peuvent que provoquer des erreurs. C'est tellement vrai que M. Rutot, dans le résumé bibliographique du second mémoire paru récemment, a signalé que les eaux de Moll ne contiennent que $0^{mg}6$ de fer au litre, au lieu de $1^{mgr}4$ à $1^{mgr}8$ des analyses officielles.

En ce qui nous concerne, d'ailleurs, nous sommes, comme les auteurs du projet, convaincu qu'on peut traiter les eaux ferrugineuses de façon à les rendre parfaitement potables. C'est ainsi que, depuis plusieurs années déjà, les eaux du puits de l'hôpital de Grimberghen, déclarées inutilisables à cause du fer qu'elles contenaient, ont été rendues parfaitement potables grâce à un procédé très simple et peu coûteux appliqué sur nos indications.

Dans l'occurrence, il nous paraît toutefois que les études relatives à la déferrisation devraient être poussées à fond, car souvent la teneur en fer des eaux souterraines se modifie suivant l'intensité des pompages. Il y a donc lieu de prévoir un système qui puisse s'adapter efficacement aux fluctuations, toujours possibles, de la composition chimique des eaux pompées.

§ 4. — Les puits filtrants.

Dans le premier mémoire, il a été question d'un nouveau système de puits filtrant, de 0^m10 de diamètre; dans le second, on a décrit le puits à lames de verre qui a reçu diverses applications, notamment à Hennuyères, à Groenendael, au Maelbeek, à Wavre, à Varssenaere, à Courtrai, à Turnhout, à Esschen et à Moll.

La question des puits filtrants présentant pour les ingénieurs hydrologues un intérêt considérable, nous avons pensé qu'il serait utile de décrire les principaux systèmes utilisés en Belgique, dans une note spéciale qui fera l'objet d'une communication ultérieure.

§ 5. — Coût probable des travaux projetés.

Les auteurs du projet fixent à 40 francs par tête d'habitant la dépense acceptable pour assurer dans des conditions normales l'alimentation en eau potable. Lorsqu'il s'agit de villages ou de localités dont la population est inférieure à 10 000 habitants, — et c'est le cas pour Moll, Gheel et Baelen, — le chiffre de 40 francs par habitant est certainement trop faible si l'on en juge par les quelques exemples suivants :

Noms des localités.	Population.	Cout total de la distribution d'eau.	Cout par habitant.
Rosières-Saint-André . . .	600	56 000	93
Rixensart.	2 100	155 000	74
Braine-l'Alleud	8 600	536 000	62
La Hulpe.	2 700	310 000	115
Montaigu.	3 700	176 000	50

CHAPITRE IV

Conclusions.

De l'exposé qui précède se dégagent les conclusions suivantes :

I. — Tandis que nos éminents collègues affirment que la zone des 65 000 hectares des environs de Moll pourrait être mise à contribution, sur le pied de 5 mètres cubes environ par hectare-jour, jusqu'à concurrence d'un débit quotidien de 250 000 à 300 000 mètres cubes, tandis qu'ils préconisent de larges distributions régionales basées sur des volumes d'eau vraiment extraordinaires que le terrain est censé pouvoir fournir sans inconvénient, nous croyons avoir démontré qu'on ne pourrait, *sans compromettre irrémédiablement le régime hydrologique de toute cette région*, y prélever plus d'une trentaine de milliers de mètres cubes par vingt-quatre heures.

II. — Étant donné les conditions topographiques et hydrologiques de la Campine, nous pensons qu'il faut renoncer aux larges distributions régionales pour n'envisager que des prises d'eau relativement peu importantes destinées, chacune, à desservir une commune ou un petit groupe de communes.

III. — Vu la situation du puits d'essai à proximité immédiate de canaux et de rigoles d'irrigation, à débits très importants, dont les plans d'eau se trouvent à des niveaux plus élevés que celui de la nappe souterraine et qui alimentent et influencent certainement la couche aquifère, les débits journaliers obtenus pendant les pompages sont forcément très exagérés et doivent être frappés d'un coefficient de doute qui leur enlève toute force probante.

IV. — Par suite de l'existence d'une couche de sable noir tourbeux [1] dans la zone influencée par le puits d'essai, l'eau captée contient de l'ammoniaque albuminoïde qui est l'indice de la décomposition de matières organiques et, par conséquent, d'une contamination toujours possible.

---

[1] Cette circonstance géologique n'est pas renseignée dans le mémoire de nos collègues.

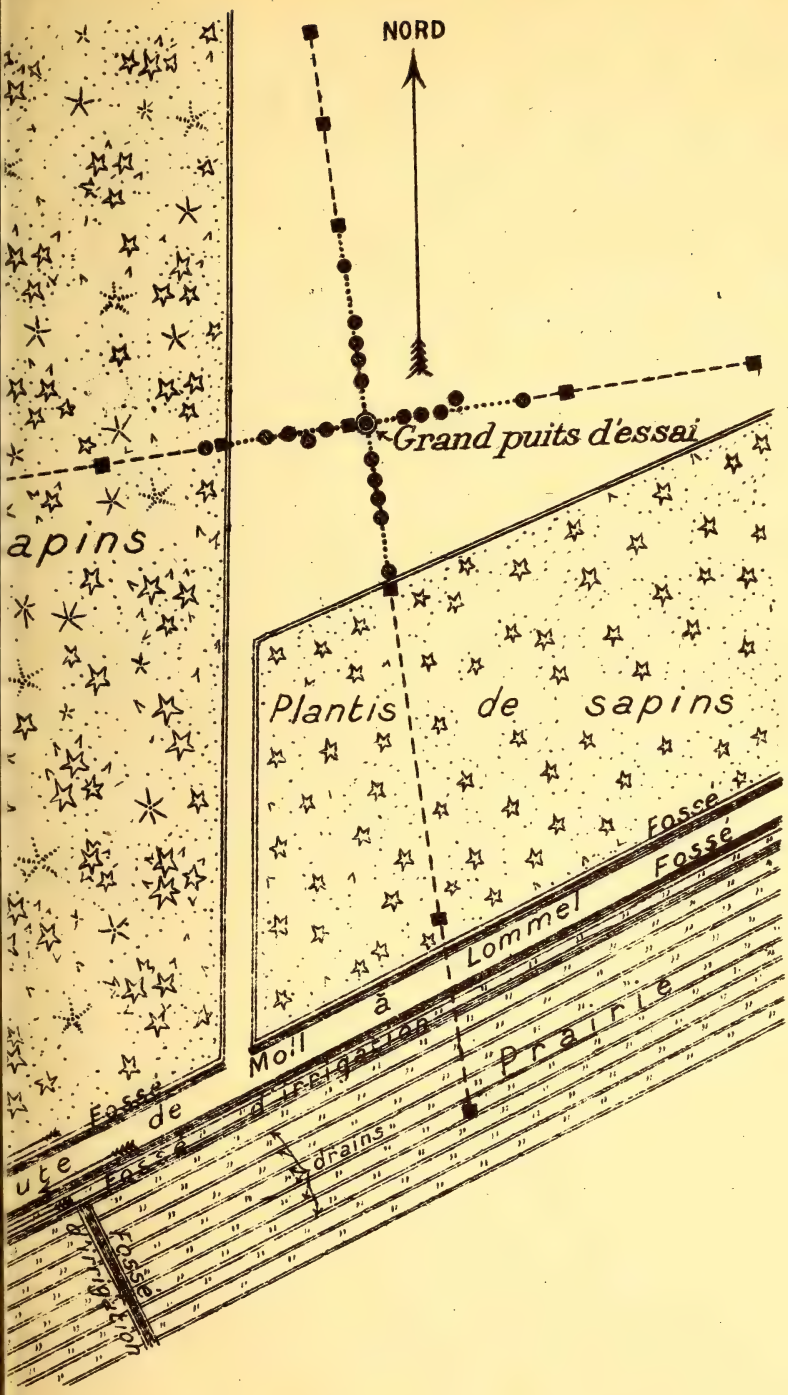
V. — Étant donné, d'une part, les doutes qui pèsent sur la provenance des forts débits accusés par les pompages et, d'autre part, la situation défavorable du puits d'essai dans un terrain à consistance tourbeuse, il semble que les auteurs du projet se sont trompés dans leurs prévisions en déclarant *que le terrain choisi pour les expériences confirmerait, au point de vue géologique, les données recueillies antérieurement et qu'au point de vue hygiénique l'emplacement proposé était irréprochable.*

VI. — A notre avis, il convient d'abandonner le puits actuel et d'effectuer de nouveaux essais sur un ou plusieurs puits à creuser à proximité immédiate de l'agglomération de Moll, à un endroit plus favorable, dans un terrain non tourbeux, si possible, et à l'abri de toutes les causes d'erreur que nous avons signalées, tant au point de vue du volume que de la qualité des eaux à capter.

Au surplus, la zone d'influence devrait être délimitée par l'observation du niveau de l'eau souterraine au moyen de *puits* témoins répartis dans un rayon largement calculé.

VII. — D'une façon générale, on peut dire que la valeur hygiénique des eaux de la Campine, loin d'être indiscutable, doit, au contraire, être soumise à un ensemble de vérifications méthodiques qui restent encore à faire.

PL. A


NORD
Grand puits d'essai
apins
Plantis de sapins
Fosse
Fosse
Lommel
Moll à irrigation
prairie
Fosse de
ute
Fosse à drains
Fosse
Fosse

Zone des sables de Moll aquifère dont la mise en contribution est proposée

13500 hectares

65 000 HECTARES

Limite des concessions et des zones réservées du bassin houillier de la Campine

Légende

Terrain appartenant à la commune de Moll.

P Puits d'essai

Échelle de 1/160 000

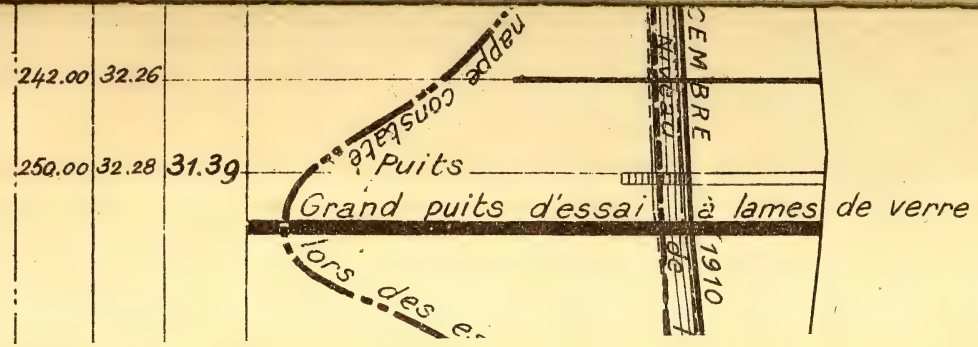
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Km.

Figuration schématique d'une prise d'eau par puits de 20 Km. de longueur

Ouvrage élévatoire

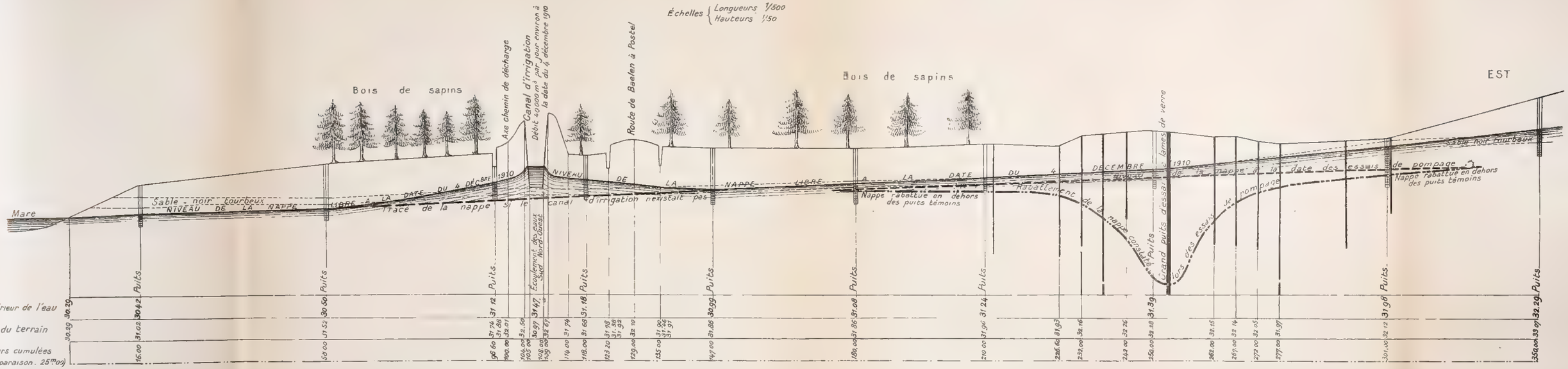
10 000 mètres

Apendonck, Meuse, Neerpelt, Lille-St-Hubert, Tongerlo, Escaut, Canal, Molenbeersel, Kessenich, Overpelt, Lommel, Reichy, Nethe, Desschel, Dommel, Petit-Broel, Grand-Broel, Caulille, Bocholt, Beek, Reppel, Gerdingen, Brée, Itter beek, Kinroy, Ophoven, MAESEYCK, Tongerloo, Opitter, Neerpeteren, Eelen, Rothem, Ellicum, Wyshagen, Neerglabbeek, Meeuwen, Gruitrode, Opoeteren, Dilsen, Stokkem, Lanklaer, Meeswyck, Leuth, Eysden, Wyck, Exel, Peer, Wychmael, Nethe, Hechtel, Baelen, Moll, Olmen, Bourg-Léopold, Opglabbeek, Niel-près-d'Asch, Asch, Helchteren, Heppen, Gheel, Meerhout, Oostham, Quaedmechelen, Beverloo, Coursel, Houthaelen, Beeringen, Heusden, Zolder, Paal, Genck, Zonhoven, Sutendael, Mechelen, Boorsheim, Opgrimbie, Canal d'embranchement vers Turnhout, Canal de Bocholt à Anvers, Canal de Beverloo, Canal de Zolder, Canal de Maeseyck, Canal de Bocholt à Bois-le-Duc, Canal de Maeseyck à Hasselt, Canal de Zolder à Hasselt, Canal de Beverloo à Hasselt, Canal de Beverloo à Anvers, Canal de Bocholt à Anvers, Canal de Bocholt à Turnhout, Canal de Maeseyck à Anvers, Canal de Zolder à Anvers, Canal de Zolder à Bois-le-Duc, Canal de Maeseyck à Bois-le-Duc, Canal de Beverloo à Bois-le-Duc, Canal de Bocholt à Hasselt, Canal de Maeseyck à Turnhout, Canal de Zolder à Turnhout, Canal de Beverloo à Turnhout, Canal de Bocholt à Zolder, Canal de Maeseyck à Zolder, Canal de Beverloo à Zolder, Canal de Bocholt à Beverloo, Canal de Maeseyck à Beverloo, Canal de Bocholt à Maeseyck, Canal de Zolder à Beverloo, Canal de Zolder à Maeseyck, Canal de Beverloo à Maeseyck, Canal de Bocholt à Zolder, Canal de Bocholt à Beverloo, Canal de Bocholt à Maeseyck, Canal de Zolder à Bocholt, Canal de Beverloo à Bocholt, Canal de Maeseyck à Bocholt, Canal de Zolder à Beverloo, Canal de Zolder à Maeseyck, Canal de Beverloo


242.00
32.26
250.00
32.28
31.39
Puits
Grand puits d'essai à lames de verre
lors des e
nappe considérable
CEMBRE
niveau
de
1910

LIGNE DE PROFIL DE L'OUEST A L'EST PASSANT PAR LE CENTRE DU GRAND PUITS D'ESSAI

Échelles { Longueurs 1/500
Hauteurs 1/50



PL. C

SUD
Prairie
drains
1910
Fossé latéral - écoulement des eaux - Est → Ouest
Fossé d'irrigation
Écoulement des eaux Est à l'Ouest
Puits
31.90
32.60
31.76
32.75
31.20
32.77
32.44
254.75
257.20
258.50
288.50

LIGNE DE PROFIL DU NORD AU SUD PASSANT PAR LE CENTRE DU GRAND PUITS D'ESSAI

Échelles { Longueurs 1/500
Hauteurs 1/50

NORD — SUD

Plantis de sapins — Prairie — drains

Sable noir tourbeux

NIVEAU DE LA NAPPE LIBRE A LA DATE DU 4 DÉCEMBRE 1910

Niveau de la nappe à date des essais de pompage

Tracé supposé pour la nappe rabattue en dehors des puits témoins

Rabattement de la nappe constaté lors des essais de pompage

Grand puits d'essai

Route de Moll à Lommel

Fossé latéral — écoulement des eaux — Est → Ouest

Fossé latéral — écoulement des eaux — Est → Ouest

Fossé d'irrigation — Écoulement des eaux Est à l'Ouest

	Puits	Puits	Puits								Puits	Puits															Puits
Niveau supérieur de l'eau	31.31	31.48	31.46								31.53												31.98	31.89			31.76
Cotes du terrain	32.50	32.20	32.12	32.13	31.92	32.10	32.26	31.98	31.94	31.69	31.97												32.25	32.80	32.54	32.75	32.44
Longueurs cumulées (Plan de comparaison = 25m00)	0.00	25.00	52.00	65.00	80.00	90.40	104.00	113.50	120.30	145.00	148.00												234.80	243.00	249.50	254.75	288.50

ANNEXE

Communication faite au Conseil communal de la ville de Courtrai concernant la distribution d'eau. (Séance du lundi 2 octobre 1905; extrait du *Journal de Courtrai* du dimanche 8 octobre 1905.)

M. le Bourgmestre. — Voici un premier document que j'ai à vous communiquer. (Afin d'éviter à MM. les journalistes la peine de prendre des notes, je les avertis que des copies du rapport leur seront remises.)

Bruxelles, le 27 août 1905.

A Messieurs les Bourgmestre et Echevins de la Ville de Courtrai.

Messieurs,

A la suite de nos rapports antérieurs, après avoir passé par une série d'étapes que nous croyons inutile de rappeler, l'établissement d'une prise d'eau constituée de huit puits filtrants a été décidé sur notre proposition, dans un terrain appartenant aux Hospices civils, sur le territoire de Bisseghem.

Cet important travail a été exécuté avec l'autorisation du Gouvernement qui a bien voulu nous faire connaître qu'il consentait à intervenir pour un tiers dans la dépense à faire.

Sur nos indications, la prise d'eau a été établie dans un ancien thalweg de la rivière la Lys, aujourd'hui comblé, thalweg dont l'existence avait été révélée à M. le géologue Rutot par des sondages de reconnaissance.

Dans notre pensée, ainsi que l'expose notamment notre rapport en date du 30 avril 1904, la prise, constituée ainsi qu'il est dit plus haut, devait pouvoir livrer *indéfiniment* 1 400 mètres cubes par jour. Cette eau (les analyses chimiques et bactériologiques ont été confiées à MM. Gody et Van Ermengem), sans représenter un idéal, devait permettre d'assurer dans des conditions acceptables l'alimentation de la ville de Courtrai.

Les pompages auxquels il fut procédé, toujours sur nos conseils à

deux reprises, du 1er décembre 1904 au 3 janvier 1905 et du 3 février au 21 du même mois, ont-ils donné à nos prévisions une confirmation telle que nous puissions, sans crainte de compromettre les intérêts de la ville de Courtrai, l'engager à décréter définitivement l'établissement de sa distribution d'eau, en la basant sur la mise à contribution des ressources aquifères à la suite de la longue étude qui se poursuit depuis six ans ?

Nous sommes au regret de devoir déclarer, après discussion approfondie, que l'unique solution qu'il était permis d'entrevoir à la question qui préoccupe à juste titre, et depuis si longtemps, l'Administration communale, nous apparaît comme irréalisable au point de vue économique.

Avant de formuler cette conclusion, nous avons étudié le problème sous toutes ses faces dans l'espoir de découvrir le moyen de compléter la prise d'eau de façon à la rendre capable d'un débit plus considérable ; c'est ainsi que nous avons été amenés à étudier, d'après de nouvelles bases, les ressources en eau profonde de la région. Les analyses chimiques faites vous montreront, Messieurs, que malgré le complément d'eau que l'on pourrait y prélever, la solution resterait défectueuse.

*
* *

Si les sondages en premier lieu, si les pompages ensuite ont démontré l'existence de ressources aquifères considérables, les circonstances qui ont accompagné les prélèvements ont fourni la preuve d'une circulation de l'eau en sous-sol plus malaisée que celle qui pouvait être prévue, de telle sorte que pour obtenir le volume désirable de 1 400 mètres cubes que l'on escomptait, plusieurs stations de prise d'eau seraient nécessaires.

La dépense qui résulterait d'une pareille extension de la prise d'eau, les aléas des recherches à faire pour la compléter, ne nous permettent pas de les conseiller.

Au point de vue géologique, il reste incontestable que les eaux souterraines de la région sont amplement suffisantes, car on peut fixer à plusieurs milliers d'hectares la surface que l'on peut intéresser. Malheureusement le sous-sol a une composition telle qu'elle rend impossible, au fur et à mesure des pompages, le remplacement des grands volumes d'eaux prélevés au lieu de prise, par des volumes équivalents journellement et perpétuellement soutirés dans le champ d'action des puits.

Comme nous allons l'exposer, le lieu de prise que les sondages préli-

minaires et les premiers puits annonçaient capable de donner la solution, semble délimité par des lentilles argilo-sableuses qui contrarient plus qu'on ne pouvait le supposer l'écoulement rapide des eaux souterraines. Les sondages exécutés sous notre direction étaient loin, en effet, de conduire à pareille conclusion; ce sont les données fournies par l'exhaure de l'eau qui démontrent qu'il en est bien ainsi.

De cette constatation, il résulte qu'en poursuivant les pompages on aurait probablement vu le débit des puits diminuer progressivement jusqu'à un chiffre qui, dans notre pensée, pourrait s'abaisser notablement en dessous des 1 400 mètres cubes journaliers admis comme dernière limite acceptable.

Les tableaux et les diagrammes ci-joints en donnent la démonstration; ajoutons que les chiffres qui ont servi à les dresser résultent de constatations faites parallèlement sous notre direction d'une part et, d'autre part, par M. Moreau, délégué à cet effet par votre Administration.

Nos chiffres sont concordants.

Les diagrammes traduisant les résultats des pompages montrent que pour chacune des périodes du 1er décembre 1904 au 21 du même mois, du 21 décembre au 3 janvier 1905 et du 3 au 21 février 1905, il y a eu un fléchissement des débits obtenus pour 7 mètres et pour $10^{m}50$ de rabattement moyen.

Cette seule observation ne permettrait pas de conclure à une diminution de rendement de la prise d'eau jusqu'à un chiffre inférieur à celui que l'on s'était fixé comme limite. Une diminution de débit après les premiers jours de pompage est fatale, car les premiers prélèvements représentent non seulement ce que la prise d'eau peut donner journellement, mais encore la réserve contenue dans le cône d'assèchement. Le symptôme considéré isolément n'aurait rien d'inquiétant.

Mais si, en même temps que l'on fait cette constatation, on examine les diagrammes figurant les conditions dans lesquelles s'effectua le relèvement du niveau d'eau aux divers puits, pendant l'interruption des pompages du 3 janvier au 3 février 1905, et après l'arrêt des pompages du 21 février, date à laquelle prirent fin les pompages, on reconnaît que le premier symptôme (diminution des débits des puits) peut donner à croire que non seulement le cône de rabattement ne participe plus au rendement de la prise, mais aussi que les réserves sont attaquées.

Cependant, encore une fois, la double constatation : diminution de rendement — lenteur de relèvement du niveau d'eau des puits — ne permettrait pas non plus une conclusion défavorable, attendu que les

terrains supérieurs étant limoneux leur réinjection peut se faire avec une extrême lenteur, sans que cela compromette en rien un libre apport des eaux circulant dans les masses sableuses inférieures qui constituent seules en fait le lieu de prise.

Mais il est un troisième élément qui entre en jeu et dont l'influence est prépondérante : c'est le levé de la nappe aquifère.

L'allure des cotes de niveau d'eau montre nettement que l'écoulement de l'eau souterraine se fait dans la direction Nord-Ouest Sud-Est; en même temps les diagrammes représentant les conditions de relèvement du plan d'eau des puits, après cessation des pompages, montrent d'une façon non moins nette que le comblement du sillon d'assèchement se fait exclusivement du Nord-Ouest au Sud-Est, contrairement à ce que les sondages permettaient d'espérer.

Rappelons que par les sondages successifs, un thalweg souterrain comblé par des sables avait été reconnu; son existence devait présenter à nos yeux un gage de succès, puisqu'on était fondé à conclure à un écoulement d'eaux souterraines d'autant plus important que les sables de remplissage étaient fort grossiers.

La direction de ce thalweg étant « Ouest-Ouest-Nord Est-Est-Sud » nous étions fondés à admettre que par des puits convenablement disposés, on provoquerait un appel considérable dans le sens longitudinal des eaux qui doivent nécessairement le traverser, dans leur épanchement général.

La façon dont se fait le relèvement du niveau des puits montre que les choses ne se passent pas ainsi.

En effet, si l'appel s'était produit suivant nos prévisions, on eût vu, à l'arrêt des pompages, le niveau des puits I, II, IV et VI monter rapidement et en tout cas plus rapidement que celui des puits III, V et VII, implantés au bord du thalweg, car la circulation de l'eau dans les mailles du sous-sol est, aux points d'implantation des puits I, II et IV, extrêmement aisée, ainsi qu'en témoignent les résultats des pompages.

Le contraire s'est présenté; aussi doit-on en conclure que le thalweg reconnu est plus ou moins obstrué en des points non connus par des sables argileux rétentifs qui contrarient l'afflux de l'eau.

Après une ascension de 7 à 8 mètres, également rapide sur tous les puits, on a vu les numéros III, V, VI, VIII s'élever tout aussi péniblement de quelques centimètres par jour et le niveau d'eau des numéros I, II et IV s'élever tout aussi péniblement *à la suite* des premiers, d'où preuve manifeste qu'aucune alimentation facile ne se fait pour ces puits, *principaux comme débit,* dans les directions « Ouest-Ouest-Nord » et « Est-Est-Sud ».

On doit en conclure que les volumes extraits des puits I, II et IV *ont été prélevés sur des réserves séculaires* et que la diminution du débit total observé irait en s'accentuant jusqu'au moment où la prise d'eau, au total, ne donnerait plus que le débit des puits de lisière, soit 500 mètres cubes journaliers.

L'extrême limitation de la quantité d'eau ainsi disponible pour l'alimentation de la ville, nous a engagés à rechercher dans quelle proportion on pourrait mettre à profit l'eau artésienne dont l'existence à 130 mètres de profondeur est reconnue.

Nous savions que si l'analyse renseigne ces eaux comme bicarbonatées sodiques, par contre elle les renseigne aussi comme ayant une teneur en fer extrêmement faible.

Nous savions également que les résultats acquis par les sondages profonds faits dans la contrée permettent d'affirmer qu'un puits tubé d'un diamètre convenable, descendu jusqu'à la roche de soubassement, donnerait aisément aux pompages 4 à 500 mètres cubes par jour.

Pour être complètement édifiés, nous avons demandé à M. le professeur Gody de faire l'analyse de l'eau des puits artésiens de la blanchisserie de M. Benoit et de la brasserie de M. Tack, et de nous dire dans quelle proportion l'eau artésienne, mélangée aux eaux de la nappe phréatique, assurerait au mélange la composition d'une bonne eau potable.

De l'étude faite par M. Gody il résulte que le mélange des deux eaux ne devrait pas se faire dans une proportion supérieure à 7/2, ce qui signifie qu'aux 500 mètres cubes de la prise d'eau on ne pourrait ajouter que 150 mètres cubes environ d'eaux artésiennes, en raison de la surabondance d'alcali renfermée dans celles-ci.

*
* *

L'exposé qui précède démontre que la ville de Courtrai doit désormais renoncer, sous peine de dépense excessive, à une alimentation en eaux souterraines tant phréatiques qu'artésiennes prises dans la région, attendu que nos recherches ont été faites au point le plus favorable.

L'Administration communale ne pourra cependant être l'objet d'aucune critique, car en présence des résultats satisfaisants obtenus en d'autres lieux, il n'est pas un géologue au courant des questions d'hydrologie qui eût pu prévoir un échec.

En réalité, ce n'est pas l'eau qui manque : le sous-sol en contient bien au delà du cube désiré ; mais la composition irrégulière du terrain aquifère empêche cette eau de circuler rapidement et de combler les

vides faits par les pompages; cette composition irrégulière constitue l'obstacle à la solution économique du problème de l'alimentation de la ville de Courtrai en eau potable.

On peut donc maintenant affirmer que tous les moyens dont disposent les spécialistes, dans l'état actuel de la science, pour doter Courtrai d'une alimentation suffisante basée sur le captage des eaux naturelles dans les limites de son territoire, ont été épuisés.

Il est d'autre part certain que les environs de la ville, même éloignés, ne peuvent offrir aucun espoir de solution suffisante; il ne reste donc, pour résoudre le problème, que les deux moyens indirects : filtrage au sable d'une eau de surface ou adduction à grande distance.

L'Ingénieur en chef des travaux publics et du service des Eaux de la ville de Bruxelles,
(s.) PUTZEYS.

Le Géologue,
(s.) RUTOT.

En séance du Conseil du 2 octobre 1905, M. le Bourgmestre de Courtrai faisait les communications suivantes :

« Messieurs, je n'ai pas besoin de vous dire le vif regret que nous » avons éprouvé en prenant connaissance des conclusions de ce rap- » port.

» Notre sentiment a été d'autant plus pénible que rien jusqu'ici » n'avait fait prévoir ce fâcheux résultat. Au contraire, tout semblait » légitimer nos espérances. Les débuts des opérations préliminaires » avaient été pleins de promesses : le fonctionnement d'un seul puits » d'abord, de trois puits simultanément ensuite, avait été tellement » satisfaisant que les ingénieurs du Gouvernement et de la Province » avaient été d'accord avec ceux de la Ville, MM. Putzeys et Rutot, » pour nous demander de tenter l'épreuve définitive, c'est-à-dire le » fonçage de huit puits, chiffre jugé indispensable dès le commence- » ment, à l'effet de nous procurer un minimum de 1400 mètres cubes » par vingt-quatre heures.

» Vous venez d'apprendre les motifs pour lesquels les prévisions de » MM. les ingénieurs n'ont pas pu se réaliser.

» Nous croirions manquer à la justice si nous leur en faisions un » reproche. Ils ont accompli leur devoir; nous leur en exprimons » notre reconnaissance. »

Discussion.

M. R. d'Andrimont croit utile de rappeler quelques principes d'hydrologie qui lui semblent d'application dans le cas étudié ; il sera très bref, vu l'heure tardive.

L'eau puisée provient tout entière de la surface indiquée par un cône de rabattement. (Voir *Procès-verbaux* du tome XXIV, pages 323 et 324, figures 17 à 20 et textes s'y rapportant.)

On voit de plus que l'eau qui tombe sur la zone déprimée par un captage s'enfonce profondément dans le sous-sol suivant des trajectoires courbes avant d'arriver au captage. Il a été démontré, en Hollande, par M. Penninck que l'eau est ainsi mise en mouvement jusqu'à des profondeurs de plusieurs dizaines de mètres.

Voyons ce que l'on peut déduire de ces simples notions théoriques.

I. — Pour qu'un ensemble de huit cents puits filtrants débitent la quantité d'eau prévue par les auteurs du projet, il faudrait que ces puits produisissent une zone déprimée qui reçoive par infiltration cette même quantité. Dans le cas présent, cette zone déprimée devrait avoir de 60 000 à 200 000 hectares, suivant le rendement par hectare-jour que l'on admet.

Pour produire une dépression de cette étendue dans des sables où la résistance à l'écoulement provoque un bombement accentué de la nappe, il faudrait que chacun des huit cents puits eût une profondeur inadmissible.

Pour résoudre le problème, il faudrait peut-être dix fois plus de puits moins profonds et répandus sur presque tout le territoire envisagé. Pratiquement la chose est impraticable, puisqu'on ne peut protéger efficacement contre la pollution une zone aussi étendue.

II. — Le pompage produira, comme nous l'avons montré plus haut, un appel d'eau venant des couches profondes. La profondeur à laquelle la nappe sera influencée variera avec l'intensité du pompage; comme les sables sous-jacents contiennent de la glauconie, il en résulte que la proportion de fer dans l'eau variera constamment, ce qui compliquera la déferrisation.

Pour se rendre compte de la quantité de fer qui peut être amenée à la surface par un processus analogue, il suffit de se rappeler la formation rapide du minerai de fer de prairie dans les dépressions de la Campine.

Les récentes recherches faites par M. d'Andrimont, en collaboration avec M. Cosyns, montrent également que des sables n'opposent presque aucun obstacle au passage des microbes lorsqu'ils sont imbibés capillairement. (Voir *Procès-verbaux,* tome XXIV, page 314, figures 5, 6, 7, et paragraphe 1 du chapitre *L'infiltration.*) C'est ce qui explique le passage des bactéries au travers des filtres à sables submergés lorsque la pellicule organique qui se forme à la surface vient à se rompre. Au contraire, quelques dizaines de centimètres de sable retiennent les microbes lorsque l'imbibition est pelliculaire. C'est ce qui explique l'efficacité des filtres non submergés.

Dans le cas de la région de Moll, les sables sont imbibés à l'état capillaire jusqu'au voisinage de la surface, surtout en périodes de haut niveau de la nappe.

Ce qui augmente le danger, c'est l'infiltration artificielle des canaux d'irrigation qui provoquent certainement une alimentation *capillaire* par une eau polluée.

M. J. Delecourt fils s'inscrit en faux contre la notion de la trajectoire des filets liquides telle qu'elle résulterait des expériences en petit exécutées par M. d'Andrimont. Il nie également l'état pelliculaire invoqué par M. d'Andrimont. Notre confrère a adressé les deux notes ci-dessous concernant ces points :

J. Delecourt fils. — De l'existence de l'eau pelliculaire.

L'eau contenue dans un terrain meuble immergé se compose :

1° De l'eau de *carrière* qui remplit les pores des grains composant la masse;

2° De l'eau d'*imprégnation* remplissant les vides entre les grains.

Si on laisse égoutter l'eau du terrain, en se garant des effets de l'évaporation, l'eau de carrière subsistera évidemment, mais l'eau d'imprégnation disparaîtra-t-elle tout entière?

Le contraire est aujourd'hui prouvé; il reste autour ou entre les grains un volume d'eau très appréciable. Il est d'ailleurs facile de s'en assurer.

Pour le sable de Rocour, par exemple, M. Spring a établi expérimentalement que l'eau totale d'imprégnation remplit 49 % du volume total du terrain considéré.

Le vide du même sable à l'état sec, établi par une mesure directe, est de 44 % (H. Rabozée, étude du boulant). Le volume d'imprégna-

tion est donc $\frac{49}{44} = 1.11$ fois plus grand que le volume des vides du terrain sec. Il en résulte que *les grains de sable ne sont pas en contact.*

Si on laisse égoutter un terrain, on ne constate aucune diminution de volume. Il en résulte que la pellicule ou le *globule* d'eau subsiste entre les grains du terrain égoutté.

Pour le sable de Rocour, on peut fixer à $49 - 44 = 5$ °/₀ du volume total l'eau pelliculaire qui subsiste après égouttement. Pour un terrain *perméable* quelconque, ce chiffre ne dépasse pas 6 °/₀.

Rapporté à l'unité de volume des *grains*, ce chiffre serait pour le sable de Rocour $\frac{5 \times 100}{51} = 9.8$ °/₀ du volume des grains.

Les terrains perméables naturels ne comptent jamais 44 °/₀ de vide. On peut donc dire que *le volume d'eau qui reste après égouttage dans du terrain meuble est toujours inférieur aux 10 °/₀ du volume occupé par les grains.*

Évaluons l'épaisseur E d'une pellicule d'eau entourant un grain sphérique de diamètre D quand le volume de la pellicule vaut 10 °/₀ du volume du grain.

On a

$$\pi (D + 2E)^3 - \pi D^3 = 0.10 \pi D^3,$$

ou

$$(D + 2E)^3 = 1.1 D^3.$$

Cette équation donne

$$E = 0.016 D.$$

Les grains de sable n'étant pas sphériques, l'épaisseur de la pellicule est encore plus faible que celle calculée. Si on remarque que les grains de terrain se mesurent en dixièmes ou en centièmes de millimètre, on en conclut que l'épaisseur de la pellicule d'eau, si elle est continue, va se mesurer en millièmes ou même en dix-millièmes de millimètre. Il est difficile d'admettre l'existence de telles épaisseurs d'eau sur des surfaces continues. Il est plus rationnel de croire que l'eau se trouve à l'état *sphéroïdal,* donc en *globules* séparant les grains de sable.

J. Delecourt fils. — **Forme des trajectoires suivies par l'eau dans la partie de couche aquifère influencée par un puits ordinaire.**

Considérons (fig. 1) un puits à paroi perméable atteignant une couche imperméable. La nappe au repos est supposée être un plan horizontal dont CB est la trace sur le plan méridien qui est dessiné.

Un pompage continu va déprimer la nappe. Soit AMB la demi-méridienne déprimée. Toute l'eau débitée par le puits proviendra de l'intérieur du cylindre droit engendré par la révolution de BE.

Toute molécule d'eau est soumise :

1° A la pesanteur qui tend à la faire descendre;

2° A l'attraction du puits produite par la dépression CA.

Ces deux actions vont se combiner en grandeur et en direction, et donneront en chaque point la direction du mouvement.

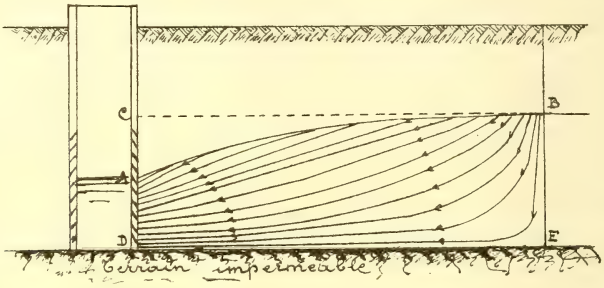


Fig. 1.

L'influence de la pesanteur est due à la réalimentation de la nappe. Les eaux de réalimentation s'infiltrent dans le sol et entrent dans la nappe avec une vitesse acquise pendant la descente. Cette vitesse est extrêmement faible.

Par contre, aux environs du puits, l'attraction de celui-ci produit des vitesses considérables.

On en conclut :

1° Qu'aux environs du point B, l'influence du puits étant nulle, quelle que soit la faiblesse de la composante due à la pesanteur, comme elle est seule à agir, l'eau descendra verticalement;

2° Que l'influence de la pesanteur étant constante en tous points, sinon décroissante vers l'axe du puits, et que l'attraction du puits augmentant depuis B, où elle est nulle, jusqu'en A, où elle est maximum, on en conclut, disons-nous, que *les parties supérieures des trajectoires se couchent de plus en plus sur la nappe en allant de* B *vers* A;

3° Qu'aux environs du point A, l'attraction du puits étant très forte, l'influence de la pesanteur est négligeable, l'inclinaison des trajectoires est donc comprise entre celle de la nappe en ce point et l'horizontale.

Les trajectoires ainsi établies sont dessinées sur la figure 1. Il ne faut pas perdre de vue que pour rendre la figure compréhensible, j'ai

été obligé de prendre une échelle des hauteurs quarante ou cinquante fois plus grande que l'échelle des longueurs.

Si on se représente la figure étendue quarante ou cinquante fois en largeur, on se rend compte que la majorité des trajectoires diffère fort peu de l'horizontale.

Forme que M. d'Andrimont assigne aux mêmes trajectoires.

M. d'Andrimont, cherchant à établir expérimentalement la forme des trajectoires, étudie le cas d'un puits n'atteignant pas la couche imperméable. L'expérience est réalisée en petit dans une caisse remplie de terrain meuble dans lequel on introduit quelques grains de permanganate de potasse.

La nappe simulée est réalimentée par une pluie artificielle. Dès lors, d'après M. d'Andrimont, si on prélève au puits un débit constant, les traînées colorées de permanganate vont indiquer les trajectoires suivies par l'eau.

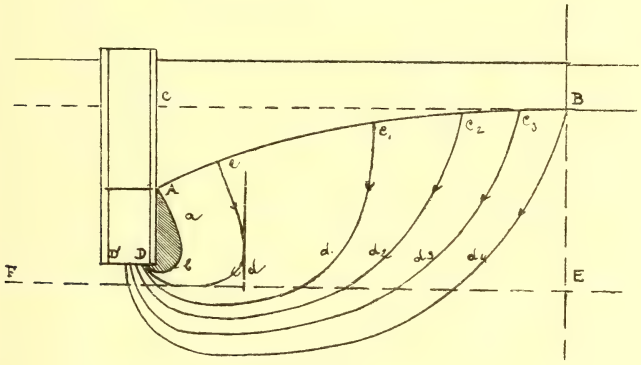


Fig. 2.

On arrive ainsi à des trajectoires très redressées (c_1d_1, c_2d_2, c_3d_3, Bd_4), comme l'indique la figure 2. De plus, contrairement à ce que nous avons dit plus haut, les trajectoires sont d'autant plus raides qu'elles s'approchent du puits.

Les erreurs de la méthode proviennent des faits suivants :

1° La solution de permanganate étant plus lourde que l'eau, les traînées de permanganate sont plus verticales que les trajectoires réelles.

2° La réalimentation de la nappe étant artificielle, on ne peut reproduire les phénomènes réels.

En effet, si nous considérons l'importance de la réalimentation naturelle, nous pouvons dire qu'il s'infiltre moins de 365 millimètres d'eau par an, soit moins de 1 millimètre par jour ou moins de 1 litre par vingt-quatre heures. M. d'Andrimont n'a pas pu répartir uniformément une si petite quantité d'eau : il a donc dû exagérer fortement la réalimentation et, par conséquent, les effets de la pesanteur. Les trajectoires de l'expérience sont donc beaucoup plus raides que les trajectoires réelles.

3° La position de la couche imperméable n'est pas fixée. Le débit d'un puits augmente avec la hauteur de couche intéressée; pour des captages importants, on tâche autant que faire se peut de descendre le puits jusqu'à la couche imperméable. La distance de cette couche au fond du puits est donc faible en général. En supposant la couche imperméable en FE, on voit comment la descente des molécules d'eau est arrêtée.

4° Les dimensions de la caisse qui sert à l'expérience sont limitées. Le rapport entre l'épaisseur de la couche aquifère et le rayon d'influence du puits est donc forcément beaucoup plus petit qu'en réalité et les trajectoires ont une courbure beaucoup plus forte qu'en pratique.

Ces quatre causes d'erreur ont toutes pour effet de donner aux trajectoires une forme très redressée au départ. Les erreurs sont indépendantes et s'ajoutent.

Nous avons dit tantôt que *les trajectoires expérimentales sont d'autant plus raides que l'on se rapproche plus du puits*, ce qui est contraire à la théorie que nous énoncions plus haut. Voyons quelle est la raison de cette nouvelle erreur.

Considérons un puits *uniquement* alimenté par le *fond* et réalisons une expérience avec un puits simulé. Supposons que le point B de la figure 2 soit le bord de la caisse. L'alimentation ayant lieu uniquement par le fond, le mouvement peut être assimilé à un mouvement uniforme à travers des sections très décroissantes dont la plus grande est la nappe et la plus petite la section du puits. Il en résulte que l'énorme diminution de section se traduira par un remous qui va exister tout le long de la paroi du puits.

Nous représentons la zone de ce remous par la ligne A*ab*D. Il s'ensuit que si on admettait que l'alimentation d'un puits pût se faire uniquement par le fond, on trouverait non seulement des trajectoires pour lesquelles le redressement augmente dans le voisinage du puits, mais des trajectoires pour lesquelles ce redressement est inverse

(*ed* de la fig. 2), c'est-à-dire des trajectoires dont une partie s'écarte de l'axe du puits.

Ces résultats ne peuvent exister en pratique :

1° Parce que le puisatier ménage dans la paroi du puits des barbacanes, de façon à assurer l'alimentation latérale;

2° Parce que la paroi extérieure du puits n'est pas partout en contact avec le terrain.

Le remous n'existe donc pas et l'alimentation par le fond se ramène à une alimentation latérale.

M. d'Andrimont renvoie son contradicteur au travail du Directeur des Eaux d'Amsterdam, qui est absolument péremptoire. Quant à l'état pelliculaire, ce n'est qu'une façon de parler caractérisant la circulation de l'eau opposée à celle de l'eau remplissant tous les vides du sable [1].

M. L. Gerard. — Le fait de la présence d'une couche de sable tourbeux est particulièrement grave. Il semble que seule l'existence de réserves inhabitées pourrait rendre acceptable la prise d'eau dans cette zone ; or il s'agit de la région des futures exploitations houillères de la Campine, ce qui rend cette solution impossible en fait.

La thèse de la différence de pouvoir filtrant entre les sables noyés et ceux partiellement noyés est parfaitement exacte; aussi la contamination de l'eau perdure-t-elle en profondeur, dans ces zones où la nappe aquifère se confond avec les eaux superficielles et où le sol est éminemment contaminable.

M. van den Broeck attire l'attention de ses collègues sur la haute valeur et sur l'importance pratique de la communication que vient de nous faire M. l'ingénieur A. Deblon.

Il convient de féliciter hautement ce dernier pour l'effort et le labeur considérables représentés par le travail consciencieux et si précis qui vient d'être exposé à la Société.

Des données qu'il contient, il paraît résulter clairement que dans le grave et important problème de l'alimentation des populations de la Campine en eau potable, il reste encore à effectuer une *mise au point finale* des études et calculs, mise au point que, d'après les exposés successifs des auteurs du projet, l'on aurait pu croire déjà acquise.

---

[1] Le Secrétariat a reçu, trop tard pour l'insérer, une réponse de M. d'Andrimont aux notes de M. Delecourt. Elle figurera au prochain Procès-verbal.

Mais, à la suite des intéressantes constatations de M. A. Deblon, on est maintenant en droit d'en penser autrement.

Toutefois le travail complémentaire exigé sera, grâce aux recherches, travaux et expériences de M. Deblon, singulièrement facilité aux savants auteurs du projet. Ils parviendront, sans nul doute, à améliorer encore celui-ci par l'examen et par la discussion scientifique des faits nouveaux qui viennent d'être portés à notre connaissance et dont il paraît impossible de ne pas tenir compte.

Notre zélé collègue M. Deblon aura ainsi bien mérité des populations intéressées, ainsi que des pouvoirs publics, en mettant les auteurs du projet de la Campine à même d'arriver bientôt à la phase complémentaire d'élaboration finale devant précéder la période d'adoption et d'exécution du projet grandiose élaboré par MM. Putzeys frères et Rutot. Il n'est d'ailleurs pas douteux que la réalisation complète de ce projet, s'il est possible de le rendre parfait, ne soit hautement désirable à tous égards.

M. le Président, tout en reconnaissant l'importance du travail de M. Deblon, ne croit pas que ses conclusions puissent être adoptées sans réserves. Beaucoup de points lui semblent sujets à discussion; les auteurs du projet ne manqueront pas sans doute de répondre. Il croit opportun de remettre la discussion à la prochaine séance, après publication des documents.

Au nom de M. Pirsch, empêché, le Secrétaire donne lecture de la note ci-dessous :

M. Pirsch. — Note relative à l'emploi des appareils hydrotimétriques actuellement en usage.

L'hydrotimétrie donne des indications rapides sur le degré de dureté d'une eau, ce qui permet d'en apprécier la valeur au point de vue de son emploi aux usages alimentaires, domestiques et industriels. Cette méthode d'examen présente une grande utilité lorsqu'il s'agit d'étudier les eaux d'une région quant à leur potabilité.

Pour cela, il faut procéder à des essais très longtemps continués de l'eau des sources à capter et, ces essais n'étant généralement pas effectués par un seul agent, il importe que tous ceux qui étudient une région aquifère soient munis d'instruments donnant des indications absolument semblables.

Or, il est bien loin d'en être toujours ainsi.

Le matériel hydrotimétrique se compose d'un flacon et d'une burette. Le flacon est jaugé à 10, 20, 30 et 40 centimètres cubes. Il arriva qu'en présence des résultats peu concordants obtenus à l'examen des eaux d'une région, j'eus l'idée de procéder à la vérification des flacons employés, en me servant pour cela d'une burette de Mohr, jaugée et étalonnée, et dont la précision ne pouvait être révoquée en doute. Et, pour toute une série d'essais pratiqués sur les eaux d'un groupe de sources, je constatai que lorsqu'un flacon contenait exactement 40 centimètres cubes de liquide au trait d'affleurement 40, un second en contenait de 36 à 37 et un troisième de 43 à 44, soit donc environ un dixième du volume indiqué en moins ou en plus. Les titrages hydrotimétriques en étaient faussés, et il en résultait que ceux qui s'occupaient de l'étude des sources avaient supposé d'abord qu'il y avait là des eaux d'origines diverses.

Il est inutile d'insister sur l'importance de ce dernier point, et il est regrettable de ne pouvoir compter sur des appareils dont les indications devraient être toujours très exactes. C'est l'observation que je fis à un fournisseur qui me répondit que « si les appareils allemands ne » sont pas très précis, les appareils français le sont encore beaucoup » moins ».

Le remède à pareille situation est fort simple. Il suffirait de créer en Belgique un service officiel de vérification des appareils *scientifiques* de mesure, de poids, de température, etc. Ce service fonctionne en Allemagne à la grande satisfaction de tous les intéressés. Et alors, ceux qui doivent aborder ici l'étude de certaines questions verraient leurs travaux facilités et ils en verraient abréger la durée parce qu'on leur éviterait des discussions qui n'ont d'autre cause que le manque de précision et de concordance dans les résultats fournis par les appareils actuellement en usage.

La séance est levée à 23 heures.

SÉANCE MENSUELLE DU 21 FÉVRIER 1911.

Présidence de M. **E. Cuvelier**, *président.*

La séance est ouverte à 20 h. 30.

Approbation du procès-verbal de la séance de janvier.

Ce procès-verbal est adopté sans observations.

Le Secrétaire général s'excuse de ce que, par sa faute, le procès-verbal ait été distribué le matin même de la séance. L'épreuve des planches était, par mégarde, restée en souffrance chez lui, sans quoi le *Bulletin* eût paru une semaine plus tôt.

Communication du Bureau.

Nous avons le plaisir d'annoncer à nos confrères que la Commission administrative de la Société belge des ingénieurs et des industriels a passé un contrat avec notre Société, qui lui loue une salle à l'hôtel Ravenstein, où nous tiendrons dorénavant nos séances. Les diverses affectations de cette salle nous obligent à la demander à date fixe; c'est pourquoi nous nous trouvons obligés de renoncer à nos séances de jour et à fixer *ne varietur* nos séances mensuelles au troisième mardi du mois, à 20 h. 30.

Correspondance.

MM. Mourlon, Halet, Putzeys et van den Broeck s'excusent de ne pouvoir assister à la séance.

Le baron Yvan de Radzitzky d'Ostrowick annonce, au nom du Comité directeur de la Société belge de Spéléologie et de Préhistoire « Les Chercheurs de la Wallonie », la publication du quatrième *Bulletin* de cette Société. Les souscriptions à ce *Bulletin*, qui se vend

au prix modique de fr. 3.75, peuvent être adressées à M. Louis de Rasquin, secrétaire de la Société, à Engis.

MM. E. Lagrange et Simoens représenteront notre Société à l'assemblée générale de l'Association internationale de sismologie, qui aura lieu à Manchester.

Notre confrère M. J. Thierry nous annonce qu'il fonde, avec MM. Florentino Ameghino et Jorge Newberry, la « Sociedad argentina de Geologia, de Paleontologia e Hydrologia » à Buenos-Aires.

La Section scientifique de l'Exposition internationale d'Hygiène, de Dresde, envoie le premier numéro du *Bulletin mensuel de l'Exposition*, qui sera envoyé gratuitement à ceux de nos membres que la chose intéresse et qui en témoigneraient le désir au bureau de l'Exposition (35, Zwickauerstrasse, Dresden).

Dons et envois reçus.

De la part des auteurs :

6249 **Arschinow, W.-W.**, Zur Geologie der Halbinsel Krym. Moscou, 1910, Extr. de *Petrographisches Privat-Institut « Lithogæa »*, 16 pages.

6250 **Arschinow, W.-W.**, Ueber die Verwendung einer Glashalbkugel zu quantitativen optischen Untersuchungen am Polarisationsmikroskope. Moscou, 1910. Extr. de *Petrographisches Privat-Institut « Lithogæa »*, pp. 225-229 et 1 figure.

6251 **Kraentzel, F.**, et l'**Abbé P. Mahy**, *Géographie de la Belgique et du Congo*. Bruxelles, 1909. Vol. in-8° de 246 pp., 29 figures et 2 planches.

6252 **Lotti, B.**, La Riunione della Societa geologica italiana a Portoferraio e l'ipotesi del Termier sulla tettonica dell' Isola d'Elba. Rome, 1911. Extr. de *Boll. del R. Comitato geol. d'Italia*, vol. XLI, 1910, fasc. 3. 10 pages et 1 figure.

6253 **Maggini, M.**, Observations de la Comète 1910*b* (Metcalf). Firenze, 1910, Extr. des *Public. dell' Osserv. Ximeniano dei P. P. Scolopi*, n° 112, 9 pages.

6254 **Malaise, C.**, Les terrains les plus anciens de Belgique. Bruxelles, 1910. Extr. des *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, n° 12, 23 pages.

6255 **Steinmann, G.**, Zur Phylogenie der Belemnoidea. Berlin, 1910. Extr. de *Zeitschr. für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre*, Bd IV, Heft 2, pp. 103-122 et 13 figures.

6256 **Steinmann, G.**, Gebirgbildung und Massengesteine in der Kordillere Südamerikas. Leipzig, 1910. Extr. de *Geol. Rundschau*, Bd I, Heft 1-3.

6257 **Steinmann, G.**, Die kambrische Fauna im Rahmen der organischen Gesamtentwickelung. Leipzig, 1910. Extr. de *Geol. Rundschau*, Bd I, Heft 5-6, pp. 69-81.

6258 **Wunstorf, W.**, und **Fliegel, G.**, Die Geologie des Niederrheinischen Tieflandes. Berlin, 1910 Extr. de *Abhandl. der K. Preuss. Geol. Landesanstalt*, Neue Folge, Heft 67, 172 pages, 2 planches et 2 cartes.

6259 ... Hygiene. Extr. de *Offizielle Monatsschrift der Internationalen Hygiene-Ausstellung Dresden*, 1911. Brochure in-4° de 16 pages et 27 figures (2 exemplaires).

6260 **Donceel, P.**, **Vandebosch, A.**, et **Baron Iv. de Radzitzky d'Ostrowick**, Région Sclayn-Bonneville. (Étude spéléologique.) Seraing, 1910. Extr. du *Bull. des Chercheurs de la Wallonie*, pp. 131-160, 6 figures et 2 cartes (2 exemplaires).

6261 **Glangeaud, Ph.**, Les facies de l'Oligocène aux environs de Bergerac et à travers l'Aquitaine. Paris, 1909. Extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 4e série, t. IX, pp. 434-441 et 5 figures.

6262 **Glangeaud, Ph.**, Les monts du Forez :

1° Architecture de la partie centrale des monts du Forez. Paris, 1910. Extr. des *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 3 pages et 1 figure.

2° Les formations archéennes, l'ancienne couverture et les plissements des monts du Forez. Paris, 1910. *Idem*, 3 pages.

3° La bordure occidentale du bassin de Montbrison, la surrection oligocène et la cuirasse du Forez. Paris, 1910. *Idem*, 3 pages.

4° Les phénomènes glaciaires dans les monts du Forez. Paris, 1910. *Idem*, 3 pages et 1 figure.

5° La région volcanique du Forez et ses roches. Paris, 1911. *Idem*, 3 pages.

6263 **Glangeaud, Ph.**, I. Notes sur les monts du Forez (8 pages et 2 figures). II. Région volcanique carbonifère des environs de Rochechouart (Haute-Vienne) (2 pages). Paris, 1910 Extr. du *Bull. des Serv. de la Carte géol. de la France*, n° 126, t. XX.

6264. **Kaisin, F.**, Sur quelques caractères lithologiques du marbre noir de Dinant. Louvain, 1910. Extr. de la *Rev. des Questions scientif.*, 15 pages, 1 planche et 2 figures (2 exemplaires).

6265 **Baron Ivan de Radzitzky d'Ostrowick**, L'Abri de Mégarnie ou Abri d'Ingihoul (commune de Ehein, prov. de Liége). (Étude de préhistoire.) Seraing, 1910. Extr. du *Bull. des Chercheurs de la Wallonie*, pp. 197-203, 3 figures (2 exemplaires).

6266 **Rainaldi, B.**, Osservazioni meteorologiche fatte nell' anno 1908 all' Osservatorio della R. Universita di Torino. Turin, 1910. Extr. des *Atti della R. Acad. delle Sc.*, vol. XLV, 53 pages.

6267 **Rainaldi, B.**, Osservazione meteorologiche fatte nell'anno 1909 all' Osservatorio della R. Universita di Torino. Turin, 1910. Extr. des *Atti della R. Acad. delle Sc.*, vol. XLV, 55 pages.

6268 **Rivière, E.**, Trente-sept années de fouilles préhistoriques et archéologiques en France et en Italie. Congrès de Lyon, 1906. Paris. Extr. des *Comptes rendus de l'Assoc. franç. pour l'avancement des Sc.*, 28 pages et 19 figures.

6269 **Rivière, E.**, L'Homme primitif dans les Alpes-Maritimes. Chambéry, 1908. Extr. du 4e Congrès préhistorique de France, 3 pages.

6270. **Rivière, E.**, Antiquité paléolithique du squelette humain du Moustier-de-Payzac (Dordogne). Le Mans, 1909. Extr. de la *Soc. préhistorique de France*. Séance du 25 mars, 4 pages.

6271 **Rivière, E.**, Découverte d'un squelette humain chelléo-moustérien au Moustier-de-Peyzac (Dordogne). Chambéry, 1908. Extr. du 4e Congrès préhistorique de France, 16 pages, 1 planche et 2 figures.

6272 **Rivière, E.**, Note sur l'ordre chronologique véritable des six premières découvertes de grottes à gravures et à peintures. Le Mans, 1909. Extr. de la *Soc. préhist. de France*. Séance du 27 mai, 5 pages.

6273 **Rutot, A.**, Essai sur les origines et sur le développement de l'humanité primitive. Bruxelles, 1911. Extr. de la *Revue de l'Univ.*, numéro de janvier, pp. 241-276.

6274 **Rutot, A.**, Essai sur les variations du climat pendant l'époque quaternaire en Belgique. Stockholm, 1910. Extr. des *Postglaziale Klimaveränderungen*, pp. 35-47.

6275 **Schardt, H.**, Dérivations glaciaires de cours d'eau dans la Suisse occidentale et le Jura français. Genève, 1908. Extr. du *Compte rendu des trav. du 9e Congrès intern. de Géogr.*, t. II, 16 pages et 9 figures.

6276 **Schardt, H.**, L'éboulement préhistorique de Chironico (Tessin). Bellinzona, 1910. Extr. du *Bollett. della Soc. ticinese di Sc. nat.*, anno VI, fasc. unico (Lugano, 1910), 16 pages, 3 figures et 1 carte.

6277 **Schardt, H.**, Ueber Färbungsversuche mit Fluorescein an unterirdischen Wässern. Lausanne, 1910. Extr. des *Eclogæ geol. Helvetiæ*, vol. XI, n° 2, pp. 271-274.

6278 **Schardt, H.**, Eine Flankenüberschiebung bei Neuenstadt am Bielersee. Lausanne, 1910. Extr. des *Eclogæ geol. Helvetiæ*, vol. XI, n° 2, pp. 288-290.

6279 **Schardt, H.**, Sur des cristallisations de calcite dans les eaux souterraines. Neuchatel, 1910. Extr. du *Bull. de la Soc. neuchateloise des Sc. nat.*, t. XXXVII, pp. 158-170, 1 planche et 4 figures.

6280 **Schardt, H.**, 1° Geologische Uebersicht (9 pages et 3 cartes). 2° Quellenkunde (11 pages). Aarau, 1910? Extr. de *Bäder und Kurorte der Schweiz.*

6281 **Schmidt, R. R.**, Die Spaetpalæolithischen Bestattungen der Ofnet. Wurzburg, 1910. Extr. de *Mannus*, 7 pages et 1 planche.

6282 **Schmidt, R. R.**, Die paläolitischen Kulturen und die Klimaschwankungen in Deutschland nach dem Maximum der letzten Eiszeit. Braunschweig, 1910. Extr. de *Korrespondenzblatt der Deutschen Gesellsch. für Anthrop., Ethnol. und Urgesch.*, XLI, n°s 9-12, 3 pages.

6283 **Schwers, H.**, Recherches sur les eaux souterraines ferrugineuses et manganésifères en Belgique. Leur fréquence, leur variabilité, leur utilisation (1908-1909). Bruxelles, 1910. Extr. du *Bull. de l'Acad. roy. de Méd. de Belg.*, n° d'octobre, 121 pages et 32 figures.

6284 **Schwers, H.**, Le fer et le manganèse dans les eaux souterraines. La déferrisation et la démanganisation. Anvers, 1910. Extr. du *Journal de Pharmacie*, n° du 15 novembre, 14 pages.

6285 **Schwers, H.**, L'importance actuelle de la déferrisation et de la démanganisation des eaux potables et industrielles. Bruxelles, 1910. Extr. de la *Technique sanitaire*, n° d'octobre, 9 pages.

Présentation et élection de nouveaux membres effectifs.

Sont élus à l'unanimité des membres présents :

MM. Hayez, Édouard, imprimeur des Académies royales de Belgique, 112, rue de Louvain, à Bruxelles, présenté par MM. Cuvelier et Greindl.

Luyten, William, lieutenant du Génie à la compagnie de Torpilleurs et d'Artificiers à Anvers, présenté par MM. Cuvelier et Rabozée.

L'Administration du Service de santé et de l'hygiène, au Ministère de l'Intérieur et de l'Agriculture (délégué : M. Hachez, inspecteur général des travaux d'hygiène), présentée par MM. Cuvelier et Greindl.

Discussion des thèses présentées à la séance de janvier.

E. et F. Putzeys et A. Rutot. — **Contribution nouvelle à l'étude de l'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine.**

L'extension donnée par les auteurs à la réponse à la communication de M. Deblon ne permet pas d'insérer celle-ci au Procès-verbal de la séance, sans en retarder la livraison en dehors des délais fixés.

Cette contribution paraîtra dans le fascicule I des *Mémoires* de 1911.

R. d'Andrimont. — **Réponse aux notes de M. Delecourt.**

Le Secrétaire général, de la part de M. d'Andrimont empêché, donne lecture des communications ci-dessous :

I. — Eau a l'état pelliculaire.

Il suffit de lire les mémoires que j'ai publiés à ce sujet pour se rendre compte que je parle moi-même des gouttelettes d'eau qui, dans un état d'imbibition intermédiaire entre l'état capillaire et pelliculaire, réunissent les grains entre eux.

Mais l'état pelliculaire existe en même temps ou même indépendamment de cet état d'imbibition par gouttelettes interposées.

M. De Heen, professeur à l'Université de Liége, a d'ailleurs démontré l'existence de cet état pelliculaire dans une note à l'Académie. (M. De Heen qualifie cet état de superficiel.)

Il a démontré de plus qu'à cet état l'eau circule. D'ailleurs, si l'eau n'imbibait pas la surface des grains, comment circulerait-elle?

Quoi qu'il en soit, si j'ai cherché à introduire cette notion théorique d'état pelliculaire, c'est uniquement pour caractériser cet état d'un terrain humide où l'eau circule et où l'air a encore accès entre les grains.

Enfin, pour en terminer avec cette question, je dirai que cette notion d'état pelliculaire est actuellement admise par tous les spécialistes en agrogéologie qui étudient ces questions au point de vue de l'alimentation des végétaux. Notre collègue n'ignorerait pas ce fait s'il avait suivi les deux dernières conférences agrogéologiques à Budapest (1909) et à Stockholm (1910); je le prie donc de bien vouloir se documenter.

II. — Formes des trajectoires liquides dans une nappe aquifère.

M. Delecourt ne nous a rien appris que nous ne connaissions déjà. Il nous dépeint seulement avec une certaine nouveauté la circulation de l'eau en nous parlant de « vitesse considérable » et de « remous » !

Pour déclarer que les trajectoires ont telle ou telle forme, il faut plus qu'une description originale. Il faut le calcul mathématique ou mieux encore une étude expérimentale sur le terrain. C'est ce que je conseille à notre collègue d'entreprendre.

Les expériences que j'ai faites moi-même n'ont eu pour but que d'illustrer, de rendre plus tangible ce qui se passe en grand dans la nature.

M. Penninck a étudié la question pour les sables du sous-sol des dunes en Hollande. En mesurant dans des puits tubés, ne recevant l'eau que par la base, la pression qui régnait en divers points de la nappe, il a tracé des courbes d'égale pression. Les trajectoires suivies par l'eau en sont les courbes orthogonales. Il a démontré que ces trajectoires sont absolument semblables à celles que l'on obtient en petit.

Sa méthode est rigoureusement exacte et scientifique et ne peut être mise en parallèle avec les déductions de notre collègue.

Pour le surplus, je suis en excellente compagnie pour défendre ma manière de voir. Il suffit pour cela que notre collègue veuille bien lire ou même parcourir, non pas les seuls travaux de Penninck, mais encore ceux de géologues américains réputés, comme King, van Hise (celui-ci base sur ces notions toute une partie de sa thèse sur le métamorphisme). Enfin, tout récemment, M. Dienert défend ces mêmes idées dans son *Traité d'Hydrologie agricole*, et notre collègue Cornet semble faire siennes ces mêmes notions, car il reproduit dans son *Traité de Géologie* les figures de King et van Hise.

Communications des membres.

Georges Hasse. — **Un Rhinocéros dans l'argile oligocène de Boom.** (*Note préliminaire.*)

L'argile de Boom appartient à l'étage oligocène moyen, rupelien supérieur, et a toujours été considérée comme un dépôt purement marin et comme un dépôt assez homogène.

Cependant j'ai pu, au cours de mes fréquentes visites dans les

régions de Duffel, Lierre, Boom, Steendorp, Anvers, observer diverses caractéristiques extrêmement intéressantes pour l'étude de cette argile, et déterminer une série d'horizons dans celle-ci ; les voici :

1. — Argile pure au contact des terrains sus-jacents.
2. — Banc de septaria, se trouvant souvent à 1 mètre seulement de profondeur dans l'argile; grands septaria.
3. — Argile pure, épaisseur variable 2 à 3 mètres, parfois 4 à 5 mètres.
4. — Zones sableuses en stratification alternant avec les couches d'argile souvent marquées simplement par une argile plus ou moins sableuse.
5. — Banc de septaria moyens se trouvant souvent à 10 mètres de profondeur dans l'argile, parfois, mais plus rarement, à 5 ou 6 mètres.
6. — Argile pure variant en épaisseur de 5 à 10 ou 15 mètres.
7. — Troisième banc de petits septaria parfois remplis d'eau ne formant souvent plus un banc bien continu.
8. — Parfois strates sableuses.
9. — Argile pure.

Certaines exploitations d'argile montrent cette succession complète, d'autres sont moins régulières.

Les restes fossiles retrouvés se rapportent à des oiseaux, à des syriniens, à des poissons et à des mollusques, tous êtres marins; aussi l'on peut dire que jusqu'à la découverte, il y a trois ans, d'un reste de Marsupial à Contich et d'un reste fossile de Rhinocéros à Rumpst, l'idée d'un horizon purement marin était absolument justifiée. Chose curieuse, ces ossements de mammifères supérieurs terrestres furent retrouvés sur le second banc de septaria, au milieu d'ossements de poissons; il est donc bien difficile de se représenter les causes de leur présence en ce point et d'avoir des notions exactes de l'histoire de la mer rupelienne de cette époque.

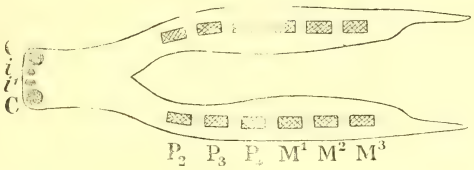
Le fragment de maxillaire inférieur de marsupial a déjà été décrit dans les *Annales de la Société royale de Malacologie de Bruxelles;* voici une note préliminaire au sujet des maxillaires inférieurs du Rhinocéros de Rumpst.

La formule dentaire est :

$$i\frac{}{1}\,c\frac{}{1}\,pm\frac{}{3}\,m\frac{}{3}$$

Les deux maxillaires inférieurs sont complets, soudés solidement dans la région incisive, toutes les dents sont encore implantées dans leurs alvéoles, sauf une incisive et une canine; ils appartiennent à un

sujet adulte mais très jeune encore. Ils mesurent 42 centimètres de longueur, 7 centimètres de largeur aux incisives et ont un écartement de 8 centimètres. Voici le schéma de la disposition des dents :



Une note définitive donnera la détermination exacte de cet important reste fossile et en fera ressortir tous les caractères primitifs.

X. Stainier. — Notes sur la formation des couches de charbon.

Depuis de nombreuses années, je recueille des matériaux pour une étude de la formation des gisements houillers. En même temps, naturellement, je parcours ce que l'on a écrit sur la matière, et Dieu sait si la littérature en est touffue. Au cours de mes lectures il m'est arrivé de rencontrer l'énoncé de faits ou de théories qui, vu sans doute l'autorité de leurs auteurs, ont été admis sans conteste. Même mieux, par la suite, ces faits ou ces hypothèses, considérés comme des vérités acquises, sont répétés par des savants qui, de très bonne foi sans doute, les ont acceptés sans les contrôler. Or, il y en a qui sont manifestement faux et qui, par conséquent, ne peuvent qu'induire en erreur. Débarrasser le terrain de la science des ronces qui l'encombrent est parfois aussi utile que d'ajouter une nouvelle pierre à son édifice. C'est pour cela que nous allons passer au crible de la critique trois affirmations intéressant le mode de formation de la houille et que nous avons rencontrées dans des ouvrages traitant de la question. Nous sommes d'autant plus obligé de procéder à ce nettoyage que deux de ces opinions ont malheureusement vu le jour dans notre pays.

I. — Teneur en fer du mur des couches de charbon.

Dans un des meilleurs ouvrages d'ensemble que nous possédions sur la géologie de notre pays : *La Géologie de la Belgique*, de M. M. Mourlon

(t. I, p. 121), on trouve l'énoncé suivant que je copie textuellement : « En outre, le schiste du toit (des couches de charbon) acquiert par l'action du feu une teinte rouge brique très prononcée, due à la présence de l'oxyde de fer, tandis que celui du mur donne par la cuisson des produits blancs ou gris. Le mur représente la terre végétale sur laquelle s'élevaient les forêts aujourd'hui ensevelies et métamorphosées de l'époque houillère. Ces forêts avaient alors, comme aujourd'hui, la propriété d'enlever le fer disséminé dans le sol. »

Ainsi qu'on le voit par cette citation, l'absence de fer dans le mur des veines de charbon est donnée comme une preuve en faveur de l'hypothèse de la formation sur place.

La recherche de la paternité n'étant pas interdite en géologie, j'ai essayé de retrouver celui qui a le premier affirmé le fait rappelé par M. Mourlon et, à mon grand étonnement, j'ai vu que c'était feu F.-L. Cornet, un éminent géologue et en même temps un ingénieur de charbonnages des plus distingués. En effet, dans un article intitulé : « Mines et carrières », qu'il a publié dans l'ouvrage *Patria Belgica* de Van Bemmel (t. I, p. 208, 1873), on retrouve mot pour mot la citation que nous avons reproduite plus haut.

Nous allons voir ce qu'il faut penser de cela.

Tout d'abord nous ne comprenons pas très bien ce que M. Cornet a voulu dire en parlant de la propriété que posséderaient, de nos jours, les végétaux d'extraire le fer du sol. D'éminents botanistes près desquels je me suis renseigné m'ont dit ne pas savoir non plus à quoi il était fait allusion. Toute substance qui doit être absorbée par les plantes doit se trouver à l'état dissous pour être assimilée. Or le fer existant dans le sol à l'état soluble est extrêmement limité et ne peut guère se produire que sous l'influence de l'anhydride carbonique (sous forme de bicarbonate de fer) ou sous l'influence d'acides organiques. Aussi la proportion de fer contenue dans les végétaux est-elle très faible, comme le prouve d'ailleurs la blancheur de leurs cendres. Seuls quelques végétaux spéciaux sont assez riches en fer. Même en admettant chez les végétaux une teneur en fer notable, pour que ce fer soit enlevé au sol, il faut que les plantes, après l'avoir extrait du sol, soient elles-mêmes emmenées au loin par les récoltes, par exemple, ou par érosion naturelle. Ainsi il est exact de dire que les récoltes de céréales enlèvent l'acide phosphorique du sol.

Mais si cet enlèvement des plantes n'a pas lieu, si la plante se décompose là où elle a vécu, les composés de fer qu'elle pouvait renfermer rentrent dans le sol pour recommencer le même cycle.

Or, nous voyons ici des partisans de la formation sur place, admettant, par conséquent, que les plantes houillères se sont décomposées là où elles ont vécu, parler d'entraînement du fer, alors qu'ils nient ce transport des végétaux, qui seul rendrait admissible l'enlèvement du fer.

Concluons donc *a priori*, l'absence de fer du mur des couches, même si cette absence était réelle, ne pourrait être invoquée comme preuve du bien fondé de l'hypothèse de la formation sur place.

Mais cette absence de fer dans le mur est-elle réelle? Nous avons voulu en avoir le cœur net, d'autant plus que nous avions eu fréquemment l'occasion, en faisant des recherches de fossiles sur les terris de charbonnages, de constater, dans les parties de ces terris ayant subi une combustion, que les morceaux de murs qu'on rencontrait dans ces parties brûlées avaient la même teinte rouge brique que les échantillons de toit.

Nous avons alors prélevé, en place, de nombreux échantillons de mur de veines ou veinettes différentes dans divers charbonnages situés à peu près dans toute l'étendue de nos bassins. Pour y déceler la présence du fer, nous nous sommes contenté de renouveler l'expérience de coloration signalée ci-dessus et nous avons calciné nos échantillons au nombre d'environ cent cinquante. A peine une dizaine d'échantillons n'ont pas pris la teinte rouge ou rougeâtre et sont restés blanchâtres ou gris. Tous les autres ont rougi et beaucoup d'une façon très nette. Les échantillons qui n'ont pas rougi avaient une composition particulière. La plupart étaient des murs psammitiques ou gréseux, deux ou trois étaient des murs gras, blanchâtres, très argileux, du vrai type de l'*Underclay* des Anglais.

En me basant sur mes expériences, je dois donc déclarer que le mur des couches de houille dans la région où j'ai opéré n'est pas dépourvu de fer.

Depuis l'époque déjà lointaine où j'ai fait ces expériences, mon attention n'a cessé d'être attirée sur ce point. J'ai toujours constaté dans les visites de charbonnages que le fer existait dans le mur des couches d'une façon si visible qu'il n'est pas besoin de calcination ni d'analyse pour le déceler. Il est bien rare, en effet, que l'on ne rencontre pas dans le mur, comme dans le toit des veines, des rognons ou nodules de sphérosidérite ou carbonate de fer des houillères. Il est même très évident que ces nodules sont bien plus abondants dans les murs. La seule remarque que l'on puisse faire, c'est que les nodules du mur ont une forme spéciale, irrégulière, tourmentée, qui permet de les

distinguer aisément des nodules réguliers ovoïdes ou ellipsoïdaux du toit. L'observation que j'ai pu faire, depuis quelques années, de kilomètres d'échantillons de carottes de sondages, m'a absolument confirmé ce fait, car j'ai pu voir là, dans les milliers de murs de veines, que la présence des nodules de sphérosidérite est en quelque sorte caractéristique des murs, ceux qui n'en ont pas constituant l'exception.

M. Cornet n'a signalé aucun fait à l'appui de son opinion. Mais en lisant les phrases par lesquelles il a développé son idée dans l'article cité plus haut, je me persuade facilement que l'opinion de M. Cornet est née elle-même d'idées antérieures sur un fait connu, mais très spécial, qu'il a généralisé à tort.

En effet, dans cet article cité plus haut, et dont nous avons reproduit l'extrait fait par M. Mourlon, il compare le mur des couches de charbon de Belgique aux célèbres *Underclays* d'Angleterre, recherchés pour la fabrication de produits réfractaires et connus pour leur absence de fer.

Il n'y a pas de doute, M. Cornet se sera laissé influencer par l'exemple classique des célèbres argiles à poterie du bassin houiller du South-Staffordshire : *the Poteries-coalfield,* exploitées au mur de certaines couches. Mais ce qu'il ne faut pas perdre de vue, c'est que ces *Underclays* très argileux, sans fer, donnant par la cuisson des produits bien blancs et réfractaires, que ces *Underclays* ne se trouvent qu'au mur de quelques rares couches bien déterminées et qu'on ne les exploite qu'aux affleurements, là où le passage des eaux pluviales aurait pu, à la longue, entraîner le fer primitivement contenu dans la roche. En tout cas, ce fait particulier ne saurait être généralisé, appliqué partout, et surtout il ne peut servir de preuve pour ou contre une théorie de la genèse des combustibles.

Nos recherches nous ont montré qu'une opinion fort semblable à celle de F. Cornet avait été énoncée, bien avant lui, par Dawson.

Cet éminent géologue canadien, partisan convaincu de la formation autochtone de la houille, a publié de nombreux travaux sur la stratigraphie, la flore, la faune et la genèse des bassins houillers de son pays. Il a d'ailleurs eu le plus beau champ d'étude de Houiller qui existe, dans la merveilleuse coupe de la falaise des *South Joggins* en Nouvelle-Écosse. Il a étudié et décrit cette région avec une précision et une minutie qui permet de puiser dans ses travaux des éléments pour saper nombre de ses déductions théoriques. Aussi nous aurons à citer fréquemment ses publications.

Dans un de ses travaux consacrés à cette région et intitulé : *On the coal-measures of the South Joggins, Nova Scotia* (Quarterly Journ. of

THE GEOL. SOC., t. X, 1854, pp. 1-42), on trouve, page 14, l'assertion suivante que je traduis littéralement : « Tous les murs (*underclays*) ont l'aspect blanchi que l'on voit dans le sous-sol des marais (*swamps*) modernes et dû sans doute à la même cause, l'enlèvement ou la transformation des matières colorantes ferrugineuses par l'action désoxydante ou dissolvante de la matière organique en décomposition ou des acides organiques. »

Comme on le voit, Dawson, dans cette phrase, fait partiellement allusion au même fait que F. Cornet, mais il l'explique par d'autres causes et, de plus, il ajoute un fait nouveau, l'aspect décoloré des murs.

Nous allons voir ce qu'il faut penser d'abord des faits en eux-mêmes, puis de l'explication.

Parlons d'abord des faits. Pour Dawson comme pour F. Cornet, les murs seraient dépourvus de matières ferrugineuses. Pour lui, *tous* les murs présenteraient même cette particularité dans la coupe des *South Joggins* à laquelle il fait allusion. Pour réfuter cette assertion, nous allons invoquer l'autorité de Dawson lui-même. Le travail cité plus haut est surtout un travail de géogénie, mais douze ans plus tard Dawson a publié dans le même périodique, en 1866, un travail intitulé : *On the conditions of the deposition of coal more especially as illustrated by the coal-formation of Nova Scotia and New Brunswick* (p. 95). Dans ce travail, il donne une description très détaillée de tout ce que l'on voit dans la célèbre coupe des *South Joggins*. Or, dans cette description, il ne cite pas moins de dix murs rougeâtres, donc ferrugineux, et il indique la présence de nodules de carbonate de fer dans dix-neuf autres murs. Comme on le voit, la disparition du fer dans le mur est très loin d'être générale. Comme Dawson n'indique aucune raison pouvant expliquer pourquoi certains murs auraient été débarrassés de leur fer, alors que d'autres, formés évidemment dans les mêmes conditions, l'auraient conservé, on peut en déduire que l'explication qu'il donne n'est pas fondée.

En effet, sous la plupart des tourbières actuelles ou des endroits tourbeux, le sous-sol est bien débarrassé de son fer par les causes indiquées par Dawson, c'est-à-dire grâce au lessivage par des eaux chargées d'acide carbonique et d'acides organiques, humiques ou autres. Puisque ce lessivage du fer sous les couches de houille ne s'observe pas, nous en pouvons déduire, contrairement à Dawson, que les houilles ne se sont pas déposées dans des dispositifs géographiques analogues aux *swamps* ou aux tourbières.

Mais Dawson ne parle pas seulement de la disparition du fer dans les murs, il fait aussi allusion à leur aspect blanchi. Il y a quelque chose de fondé dans cette partie de l'observation. Celle-ci porte, ne l'oublions pas, sur des affleurements. Or, dans les affleurements, tout le monde peut voir, dans le Houiller, que les murs prennent des teintes plus claires, parfois même blanchâtres, alors que les schistes gardent des teintes foncées parfois, surtout pour les schistes très argileux. Mais ce ne sont pas seulement les murs qui prennent ces teintes claires, les grès font de même. D'ailleurs ces teintes claires ne sont nullement originelles et ne datent pas de l'époque où les dépôts houillers se sont formés. Ce qui le prouve, c'est que lorsque l'on a l'occasion d'observer les murs en profondeur, dans les charbonnages par exemple, les murs n'ont nullement tous un aspect blanchi décoloré. Tous ceux qui ont exploré les terris de charbonnages pour la recherche de fossiles ont pu constater que les murs ont la même teinte que les autres roches houillères. Il n'est même pas rare d'en rencontrer d'un noir intense, et, en tout cas, c'est surtout au voisinage de la veine que les murs sont généralement le plus foncés. Ce devrait évidemment être le contraire, si les murs avaient été décolorés par des eaux descendant de la couche. En réalité, ce qui règle la teinte des murs comme celle de toutes les autres roches houillères inaltérées, c'est la plus ou moins grande abondance de débris végétaux que les roches contiennent.

On rencontre bien de temps en temps dans le Houiller des murs très clairs, gris, bistres ou blanchâtres, mais ce cas est d'abord très exceptionnel et ensuite il s'accompagne d'autres particularités curieuses qui montrent bien, comme nous le disions dans un travail spécial, qu'il s'agit là d'un phénomène tout autre.

La cause du blanchiment signalé par Dawson ne remonte pas si loin. Il s'agit, on l'aura déjà deviné, d'une altération moderne par les eaux météoriques. Ce qui donne aux roches houillères noires leur teinte foncée, c'est le carbone. Pour que ce carbone disparaisse, il faut qu'il s'oxyde et se transforme en anhydride carbonique. Or, comme le dit très bien Dawson, les matières organiques et les acides organiques, et on peut ajouter les eaux carboniquées qui proviennent des tourbières, ont un pouvoir désoxydant et non pas oxydant. Aussi ce n'est pas à l'époque houillère que le blanchiment s'est produit, c'est à l'époque moderne et sous l'influence du passage continuel des eaux pluviales chargées d'oxygène.

Si les murs sont blanchis comme les grès et plus que les autres

schistes, c'est que leur nature grossière et souvent arénacée, la présence d'innombrables tubulures de radicelles de stigmaria dirigées en tous sens, facilitent singulièrement, dans les murs, la circulation des eaux pluviales, alors que cette circulation est au contraire rendue plus difficile dans les schistes argileux.

Tout le monde sait qu'à la surface du terrain houiller il se forme fréquemment, par le simple passage d'eaux pluviales, et sans intervention d'aucune tourbière ou matière organique, des couches blanchies décolorées, argileuses, appelées en Belgique dièves, par comparaison avec les argiles crétacées. M. Ad. Firket a décrit un cas classique de ce genre de formation qui nous dispensera d'en dire davantage. (Cf. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. I, Mém., p. 60.)

II. — Cendres de charbons et cendres de végétaux.

Dans une note bien connue sur la formation de la houille : *La formation houillère*, par A. Briart (Bull. Acad. roy. de Belgique, 3e sér., t. XVIII, 1889, p. 825), on peut lire, page 829, l'alinéa suivant : « Il semble aussi que la grande pureté chimique de la houille soit une objection, pour le moins aussi sérieuse que la précédente, à la formation par voie de transport. N'oublions pas que la houille des bassins marins est généralement plus pauvre en matières terreuses que la plupart de nos végétaux actuels. »

La grande autorité de Briart comme géologue et la compétence particulière que semblait devoir lui donner une longue carrière passée tout entière dans les charbonnages, ont sans doute exercé leur influence sur ceux qui ont adopté cette opinion de Briart. Cependant, dans la note en question on ne trouve pas l'ombre d'une preuve invoquée en faveur de son assertion. Il nous paraît pourtant qu'un fait aussi curieux et aussi extraordinaire que celui-là méritait bien quelque développement, car, *a priori*, il paraît tout à fait inexplicable. En admettant que ce fait soit réel, on se demande en effet comment on pourrait l'expliquer, même en admettant la théorie de la formation de la houille sur place, théorie en faveur de laquelle ce fait vient témoigner, au dire de Briart.

Non seulement Briart n'a cité aucune preuve à l'appui de ses dires, mais il n'a donné aucune explication du fait et il n'a pas même expliqué en quoi il prouve la formation de la houille sur place. Il se contente de dire que ce fait est une sérieuse objection au mode de formation de la houille par transport. Nous allons reprendre en détail l'étude de

la question si complexe que Briart a traitée au pied levé et nous verrons ce qu'il y aura à déduire de cette étude.

Tout d'abord nous dirons que le fait avancé par Briart, avant même tout examen de la question, paraît hautement improbable, pour les motifs suivants :

1° Les cendres de végétaux renferment des corps solubles et des corps insolubles. D'après Berthier (*Dingler's pol. Journ.*, t. XXII, p. 150), cent parties de cendres de végétaux renfermeraient pour les espèces suivantes :

	Tilleul.	Bouleau.	Aulne.	Sapin.	Pin.
Parties solubles . .	10,68	16,00	18,70	25,14	13,61
Parties insolubles .	89,19	84,00	81,81	74,29	86,39

En totalisant, nous trouvons la proportion suivante :

$$415,60 : 84,23 = 4,84 : 1.$$

La proportion de matières insolubles est donc près de cinq fois plus forte que celle des matières solubles.

Les matières insolubles étant composées de polysilicates, de carbonates, d'oxydes de fer, de sulfure de fer, toutes substances fort stables, on ne conçoit pas comment ces substances insolubles auraient pu être enlevées aux végétaux pendant leur houillification, car toute réaction qui aurait pu produire cet enlèvement aurait agi avec beaucoup plus d'intensité sur la matière organique voisine.

Mais on comprend que, pendant la décomposition des plantes, leurs composés minéraux solubles aient pu être entraînés par exemple par lessivage dans l'eau. En admettant un lessivage parfait, la proportion de cendres ne serait inférieure que de 16,5 % dans la houille par rapport aux végétaux. Mais les végétaux ne renferment pas que des composés minéraux solubles. Ils renferment aussi des gommes, hydrates de carbone, acides organiques, etc., solubles, qui naturellement seraient aussi entraînés par le lessivage et dont la disparition augmenterait d'autant la proportion de cendres dans le produit final. Nous n'avons aucune idée de la proportion de matières organiques solubles que les plantes houillères ont pu renfermer, mais tenant compte, comme nous le verrons plus loin, de la faible proportion de matières minérales totales dans les végétaux, du fait que les matières minérales solubles ne constituent encore qu'une minime partie de ce total, nous pouvons hardiment supposer que l'enlèvement des matières organiques solubles a pu amplement compenser le lessivage des matières minérales

solubles. Les charbons devraient avoir, dans ce cas, la même proportion de cendres que les végétaux qui leur ont donné naissance.

2° Mais dans le processus de la transformation des végétaux en charbon il n'y a pas seulement des substances qui peuvent disparaître par dissolution, il y a surtout des corps qui s'échappent à l'état de gaz du fait de la fermentation, quoique cette fermentation soit incomplète. Ce départ de substances gazeuses a nécessairement pour conséquence d'enrichir en cendres le produit final, le charbon [1].

Donc, si l'on met en parallèle, pour apprécier la teneur en cendres de la houille, les causes d'appauvrissement ou d'enrichissement en cendres, on voit que les causes d'enrichissement sont de loin dominantes. Il doit donc en résulter que, même en admettant avec Briart que la houille s'est formée dans des eaux excessivement pures, la houille devrait être plus chargée de matières minérales que les végétaux qui l'ont produite, contrairement à l'opinion exprimée par Briart.

3° Mais ce n'est pas tout. On n'a aucune bonne raison de croire que la teneur en cendres des végétaux aurait subi une modification régulière au cours de la période houillère. De plus, tous ceux qui se sont occupés de la question de la transformation chimique de la matière végétale en houille admettent que la teneur de la houille en matières volatiles varie non d'après la nature des végétaux constituants, mais d'après les conditions de formation et de transformation. Les houilles

---

[1] Pour montrer combien est important ce départ de matières volatiles lors de la transformation des matières végétales en diverses espèces de combustibles, nous donnerons ici le tableau suivant, emprunté à l'ouvrage de Muck : *Grundzüge und Ziele der Steinkohlenchemie,* in-8°, E. Strauss, Bonn, 1881, I.

	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.
Bois	50 %	6,0 %	43,0 %	1,0 %
Tourbe	59 —	6,0 —	33,0 —	2,0 —
Lignite	69 —	5,5 —	25,0 —	0,8 —
Charbon	82 —	5,0 —	13,0 —	0,8 —
Anthracite . . .	95 —	2,5 —	2,5 —	traces.

(J'ai corrigé une erreur d'impression pour la teneur en oxygène de la tourbe, indiquée par Muck comme étant de 43 %. C'est évidemment 33 % qu'il faut lire.)

Comme on le voit, la teneur initiale en matières fixes, même en admettant que tout le carbone soit fixe, serait encore presque le double dans l'anthracite de ce qu'elle est dans le bois, et la proportion de cendres d'un bois qui se transforme en anthracite devrait ainsi presque doubler. Or, on sait bien que si à peu près tout le carbone est fixe dans l'anthracite, il n'en est pas de même dans les autres substances combustibles et que l'enrichissement en cendres doit en conséquence être d'autant plus élevé par le processus de houillification.

sèches à longue flamme à 40 % de matières volatiles sont le produit de transformations peu avancées ayant permis au produit final de conserver la plus grande partie des matières volatiles des substances végétales originelles. Les anthracites à 5 % de matières volatiles sont des produits très métamorphiques ayant perdu, pour une cause ou l'autre, presque tous les constituants gazeux de leur matière végétale originelle.

Ces prémisses étant posées, il en résulte nécessairement, si les matières minérales de la houille proviennent uniquement des végétaux constitutifs, que l'on devrait trouver une gradation régulière dans la proportion en cendres des charbons, depuis les anthracites jusqu'aux charbons à longue flamme ou flénus. Le départ de 35 % de matières gazeuses n'ayant pu se faire sans que la proportion en cendres ne s'augmente corrélativement, les anthracites devraient être beaucoup plus riches en cendres que les flénus, et entre les deux on devrait trouver des teneurs intermédiaires en rapport avec les teneurs intermédiaires en matières volatiles.

Or en fait, dans la nature, rien de pareil ne s'observe. Il n'y a pas l'ombre d'un rapport entre la teneur en cendres et la teneur des charbons en matières volatiles.

Ce seul fait suffit, *a priori*, pour ruiner complètement l'hypothèse de M. Briart et pour montrer que la présence de cendres dans le charbon est due non seulement aux cendres primitivement contenues dans les végétaux, mais aussi à des apports étrangers de matières terreuses.

Jusque maintenant nous n'avons examiné le fait signalé par Briart qu'à un point de vue tout à fait théorique; mais il est bien facile de savoir si ce fait est réel, puisqu'il repose sur la comparaison de chiffres sur lesquels il ne peut donc y avoir d'opinions divergentes.

Briart n'ayant cité aucun des chiffres sur lesquels il aurait pu étayer son opinion, nous allons faire le travail à sa place. Il est d'ailleurs bien simple en principe. Il suffira de voir dans les ouvrages spéciaux quelles sont les teneurs en cendres des végétaux actuels qui se rapprochent le plus des végétaux houillers. Ensuite on pourra puiser dans les recueils d'analyses de charbons. La comparaison des chiffres de ces deux sources montrera, sans conteste possible, de quel côté penche la balance.

Cendres des végétaux actuels.

Grâce à l'obligeance de mon collègue M. E. Marchal, professeur de botanique à l'Institut agricole de Gembloux, j'ai eu connaissance d'un

ouvrage qui est une source inépuisable de renseignements sur le point qui nous intéresse. Il a de plus eu l'amabilité de me communiquer ce travail, et je le prie d'agréer ici mes sincères remerciements.

Il s'agit du travail classique : E. Wolff, *Aschenanalysen von landwirthschaftlichen Producten, Fabrikabfällen und wildwachsenden Pflanzen*. Berlin, Wiegands et Hempel, in-4°, t. I, 1871, 194 pages, t. II, 1880, 170 pages.

Au milieu des innombrables résultats d'analyses que contiennent ces volumes, vrai travail de bénédictin, nous choisirons naturellement les résultats d'analyses de plantes se rapprochant le plus des plantes qui composaient la flore houillère.

Ainsi nous prendrons en première ligne les résultats des analyses de Fougères et de Lycopodiacées, puisque ces plantes dominaient dans la flore houillère.

La proportion de cendres en pour cent indiquée dans toutes les analyses que nous allons citer d'après Wolff est la proportion des cendres pures dans la matière végétale préalablement desséchée.

Fougères et Lycopodiacées.

Cf. Wolff, t. I, p. 136 :

Aspidium Filix femina	6,76
— *mas*	7,56
— rhizome	2,78
— frondes	5,13
— pinnules	7,94
Asplenium Filix femina	6,41
Lycopodium clavatum	4,70
Lycopodium chamaecyparissus	6,10
— — sans spores	4,50

Cf. Wolff, t. II, p. 110 :

Fougère indéterminée	4,32

Citons aussi les analyses de quelques mousses à titre de comparaison.

Cf. Wolff, t. II, p. 110 :

Hypnum Schreberi	2,32
— *splendens*	3,05
— *triquetrum*	3,92

Cf. Wolf, t. I, p. 135 :

Sphagnum palustre				3,71
— sp.				3,00
— *cuspidatum*				1,87
— sp.	1,30	2.16	2,88	3,00

Toutes les plantes que nous venons de citer sont des plantes herbacées, tandis que les couches de houille sont surtout formées par des troncs ou plutôt des écorces. Aussi nous donnons ici, d'après le travail de Wolff, la teneur en cendres de quelques arbres de la famille des Conifères déjà représentée à l'époque houillère.

Cf. Wolff, t. I, pp. 124-125-126 et 128 :

Pinus sylvestris : plante entière	4,15
— bois d'un arbre malade	0,14
— le même, mort	0,19
— aiguilles	1,40-5,59
Abies excelsa : bois d'un arbre de 220 ans	0,38
— — 172 ans	0,46
— — 135 ans	0,33
— écorce d'un arbre de 220 ans	0,94
— — 172 ans	1,57
— — 135 ans	2,02
— aiguilles	5,82
Abies pectinata : plante entière	4,47
— bois	0,80
— aiguilles	7,10
Pinus pumilio : bois	0,22
— écorce	0,88
Pinus larix : bois	0,32

Cf. Wolff, t. II, pp. 84-100 :

Pinus sylvestris : bois d'âges différents	0,287 à 1,224
— graines	2,44 à 2,79
— aiguilles	1,482 à 2,41
Pinus austriaca : aiguilles	1,63 à 4,55
Pinus maritima : bois	0,42 à 1,54
Pinus Larix : aiguilles	2,49 à 6,02
— cambium	4,118
— bois	0,098 à 0,245

Abies excelsa :	différentes parties du tronc	0,169 à 2,815
—	aiguilles	3,591
—	graines.	2,54 à 3,07
—	bois à diverses époques.	0,189 à 0,252
Abies pectinata :	diverses parties du tronc	0,234 à 2,742
—	aiguilles.	3,064

Analyses des charbons.

Les analyses de charbons sont innombrables. Les citer toutes formerait la matière de plusieurs volumes, et le résultat obtenu ne serait guère en rapport avec le travail dépensé. Cependant, pour pouvoir donner une idée, suffisante pour les besoins de la cause, de la teneur des charbons en cendres, voici comment j'ai procédé : J'ai réuni au delà d'une cinquantaine d'ouvrages contenant des analyses de charbons des bassins houillers carboniférens des États-Unis, du Canada, d'Angleterre, de France, de Belgique, d'Allemagne et de Russie. Comme la composition des charbons au point de vue des cendres présente une grande importance au point de vue commercial, j'ai soigneusement évité de consulter les ouvrages publiés par les intéressés, spécialement dans un but de réclame, comme les notices, prospectus ou autres brochures. J'ai dû cependant faire exception à cette règle pour des pays tels que l'Angleterre ou la Russie, où il n'existe guère d'autres sources de renseignements. Autant que possible j'ai pris les résultats d'analyses faites par des institutions officielles. J'ai ainsi réuni un total de 2 658 résultats d'analyses donnant le pourcentage en cendres de charbons.

J'ai ensuite classé ces différentes analyses, d'après leurs résultats, dans les catégories suivantes :

1°	Charbons tenant de	0 à 1	% de cendres.
2°	—	1 à 2	—
3°	—	2 à 3	—
4°	—	3 à 5	—
5°	—	5 à 10	—
6°	—	10 à 20	—
7°	—	20 % de cendres et plus.	

Voici les chiffres que j'ai obtenus :

		Proportion en % pour le total.
1re catégorie	27	1,00
2e —	249	9,25
3e —	354	13,25
4e —	689	26,00
5e —	931	35,25
6e —	346	13,00
7e —	62	2,25
Totaux	2,658	100,00

Discussion des résultats.

Les résultats consignés ci-dessus indiquent que la proportion de cendres varie, dans les charbons, dans de très grandes limites. Tous ceux qui se sont occupés d'analyses de charbons savent que la proportion des cendres que l'on y trouve dépend non seulement de la constitution des charbons, mais surtout de la façon dont on prélève les échantillons destinés à l'analyse et même un peu des procédés d'analyse employés. Les résultats d'analyses que nous avons énumérés plus haut, provenant des sources les plus diverses, ne sont donc pas rigoureusement comparables. Par conséquent, si les différences de teneurs étaient peu prononcées, il ne pourrait en être tenu compte comme élément d'appréciation. Mais tel n'est pas le cas. La catégorie de charbon de loin la plus fournie, celle des charbons de 5 à 10 %, renferme plus du tiers du nombre total. Réunie à la catégorie des charbons de 3 à 5 % de cendres, elles comprennent à elles deux plus des $^6/_{10}$ de l'ensemble.

Par contre, la première catégorie ne comprend qu'un nombre si infime qu'on peut la considérer comme négligeable, d'autant plus que presque tous les résultats se rapportent à des analyses anciennes et que douze d'entre elles proviennent d'une même source, influencée donc fortement par le facteur personnel.

En tenant compte du fait que les quatre premières catégories d'un côté et les trois dernières de l'autre comprennent juste chacune la moitié des chiffres totaux, on sera certes près de la vérité en admettant pour les charbons une teneur moyennne en cendres de 5 %.

Rapport des cendres de houille avec celles des végétaux.

Si l'on examine les résultats d'analyses de végétaux actuels que nous avons donnés plus haut, ou, mieux encore, si l'on compulse les innombrables chiffres réunis avec tant de patience par E. Wolff, on verra que la proportion des cendres varie, dans les plantes vivantes, dans les mêmes limites que les cendres dans les charbons. Mais il est aussi très facile de voir qu'au point de vue des cendres, les matières végétales peuvent se grouper en deux catégories différentes.

D'un côté nous avons toutes les parties ligneuses des végétaux. Comme le dit Friedrich Czapek, page 761 du volume II de sa *Biochemie der Pflanzen* (1905, Fischer, Iéna) : La proportion totale de cendres dans tout corps ligneux est, en règle générale, faible et atteint souvent moins de 1 °/₀ de la matière sèche. Les très nombreux résultats cités par Wolff confirment absolument ce fait et montrent que dans le bois de n'importe quelle espèce d'arbres on arrive toujours à des teneurs inférieures à 1 °/₀. Les conifères tout particulièrement peuvent avoir des teneurs très basses (0,21 °/₀ pour le pin d'après Strasbürger, Noll, Schenck et Schimper : *Lehrbuch der Botanik*, 1894, Fischer, Iéna).

De l'autre côté, toutes les parties herbacées des plantes peuvent renfermer des cendres, en proportions fort variables, mais toujours plus élevées de beaucoup que dans les parties ligneuses. La différence est visible dans un même végétal, comme l'indiquent les analyses de M. Violette (citées dans le *Dictionnaire de Chimie* de Wurtz, t. I, p. 641) portant sur le poirier.

Feuilles	7,118
Extrémité des tiges : écorce	3,454
— bois	0,304
Partie moyenne : écorce	3,682
— bois	0,134
Partie inférieure : écorce	2,903
— bois	0,354
Tronc : écorce	2,657
— bois	0,296
Racine : écorce	1,129
— bois	0,234

Ces dernières analyses vont nous permettre de résumer ce que l'on peut dire, dans l'état actuel de nos connaissances, sur la teneur en

cendres des végétaux : Les matières végétales ligneuses renferment environ 1 °/₀ de cendres, les écorces environ 3 °/₀ et les parties herbacées 4 °/₀ et au delà [1].

Or, de l'avis de tous les spécialistes qui ont étudié la formation des couches de houille ordinaires des grands bassins sur lesquels portent nos appréciations, ces couches de houille sont surtout formées par l'accumulation des troncs et tout spécialement d'écorces. Ce sont ces troncs et ces écorces qui forment les lits brillants et purs des couches de houille, tandis que les lits ternes ou mats sont produits par la macération de parties herbacées plus ou moins mélangées de matières terreuses étrangères. Si le fait avancé par Briart était vrai, les couches de houille ordinaires, en majeure partie formées d'écorces, devraient non seulement avoir une teneur en cendres moyenne de 3 °/₀, mais une teneur inférieure à celle-là. Or, nous l'avons montré plus haut, les charbons titrant moins de 3 °/₀ de cendres ne forment qu'un peu plus de $^1/_5$ du total, et la moyenne atteint 5 °/₀. Les teneurs inférieures à 1 °/₀, la teneur en cendres du bois, pratiquement n'existent pas dans les charbons. Nous pouvons ainsi conclure, à l'encontre de Briart, que les charbons ne sont pas plus purs que les matières végétales qui leur ont donné naissance.

On doit dès lors admettre que pendant la transformation des végétaux en houille, il y a eu apport d'une quantité plus ou moins grande de matières terreuses étrangères.

L'objection que Briart avait voulu tirer de la pureté de la houille, contre la formation par transport, se retourne donc contre lui.

Certes on me fera l'objection de principe suivante : « Puisque la haute teneur en cendres des charbons provient surtout de la présence

---

[1] Pour que la comparaison des végétaux houillers avec le charbon qu'ils ont formé fût rigoureusement exacte, au point de vue de la teneur en cendres, nous devrions évidemment posséder des analyses de ces végétaux houillers, ce qui est et restera impossible. On doit donc se contenter de prendre dans la flore actuelle les végétaux qui se rapprochent le plus des végétaux dominants de l'époque houillère. Nous devrions par conséquent disposer d'analyses de cryptogames arborescents (Fougères, Lycopodiacées, Équisétacées), de cryptogames herbacés des mêmes familles et de gymnospermes arborescents ou herbacés. Malgré toutes mes recherches, je n'ai pu trouver aucune analyse de cryptogame arborescent, et le résultat est d'autant plus regrettable que ce sont vraisemblablement eux qui ont contribué pour la plus large part à la formation des couches de houille. Nous en sommes donc réduit à supposer qu'ils avaient la même teneur en cendres que les gymnospermes arborescents actuels. L'uniformité de la teneur chez tous les végétaux arborescents actuels, à quelque groupe qu'ils appartiennent, nous autorise d'ailleurs à agir ainsi.

dans les couches des lits terreux et mats qui ne seraient donc que des charbons impurs, il faut en faire abstraction et ne considérer que le charbon brillant et pur. » Il est bien facile de répondre à cette objection.

Certes, si l'on se bornait à étudier, uniquement au point de vue chimique, les transformations qu'ont subies les substances végétales pour passer à l'état de charbon, on serait parfaitement fondé à écarter les matières étrangères qui n'ont aucune influence sur ces transformations. On pourrait alors logiquement faire des prises d'échantillons de charbon avec toutes les précautions possibles pour éliminer les matières étrangères.

Il suffit de lire le travail de Briart pour voir que ce n'est nullement le côté chimique de la formation houillère qu'il a voulu aborder. Cette face de la question n'est même pas effleurée dans son travail qui est purement géologique et plus spécialement géogénique. Ce n'est pas le mode de transformation chimique, la houillification, en d'autres mots, des végétaux houillers qu'il recherche, c'est l'origine des accumulations de charbon, des couches de houille qui le préoccupe.

Or, une couche de houille forme un tout inséparable au point de vue de l'origine. Les matières terreuses mélangées intimement à la houille ou isolées en lits plus ou moins épais, mais intercalés dans le charbon, se sont déposées en même temps que le charbon et n'y ont pas été introduites après coup. On ne peut pas en faire abstraction et séparer leur étude de celle du charbon. Sans cela ce serait une façon d'agir bien facile et enfantine. On ferait abstraction des impuretés du charbon, puis l'on viendrait faire état de la pureté du charbon.

Les partisans de la formation de la houille sur place moins que tous les autres peuvent faire abstraction de tout ce qui se trouve dans le corps d'une veine, car c'est surtout pour eux qu'une veine forme un tout formé par un même cycle végétatif enraciné dans un même sol, le mur de la couche.

La lecture du travail de Briart laisse l'impression que pour lui la formation de la houille trouve son analogue le plus frappant dans les tourbières actuelles des régions froides ou tempérées, des tourbières à mousses. Comme dans ces tourbières la végétation n'est possible qu'à la faveur d'eaux très claires (cf. DE LAPPARENT, *Traité de Géologie*, 5e édit., p. 348), il fallait nécessairement admettre que le charbon était fort pur. De là le fait qu'il a avancé sans le démontrer, car il ne repose sur rien. Les analyses de mousses actuelles de tourbières que nous avons citées plus haut montrent même que ces mousses sont beaucoup moins

riches en cendres que tous les autres végétaux herbacés. Quant à l'autre terme de la comparaison, la composition des charbons, Briart était d'autant moins fondé à l'ignorer que, directeur d'une des plus vastes exploitations charbonnières du pays, il lui suffisait de consulter les milliers de bulletins d'analyse dont il disposait, pour savoir à quoi s'en tenir.

III. — Décoloration du mur des couches par les racines des plantes houillères.

Nous avons vu plus haut un partisan de la formation autochtone de la houille invoquer, en faveur de son opinion, la couleur claire des murs de veines. Exactement à la même époque et dans le même volume de l'année 1854 du *Quarterly Journal of the Geological Society*, nous allons voir revenir la même idée, mais sous une tout autre tournure et que l'on ne pourrait accuser de manquer d'originalité. Décrivant un gisement de troncs-debout au charbonnage de Dukinfield (*Description of the Dukinfield Sigillaria*, cf. *op. cit.*, p. 390), un éminent géologue et paléontologiste, E.-W. Binney, a donné le jour à l'étonnante phrase suivante, dont je vais donner la traduction littérale, après le texte original, pour qu'on ne me reproche pas d'avoir travesti la pensée de l'auteur :

« The floor, as before stated, is a dark fire-clay. Owing to its colour, scarcely any traces of plants can be distinctly seen in it; but on a careful examination I found it to be entirely traversed by the long stringy fibrils so characteristic of Stigmaria, and which have, in all probability discoloured the deposit with the carbon liberated by their decomposition. »

Ce qui veut dire :

« Le mur, comme il a été indiqué plus haut, est une argile réfractaire foncée. A cause de sa couleur, à peine peut-on y découvrir quelques traces de plantes; mais après un examen attentif, je découvris qu'il est entièrement traversé par les longues radicelles fibreuses si caractéristiques des *Stigmaria* et qui ont, suivant toute probabilité, décoloré le dépôt par le carbone libéré par leur décomposition. »

Savourons ce fin morceau et admirons tout d'abord ce carbone mis en liberté par la décomposition des végétaux. Évidemment on ne pouvait avoir en 1854 les idées exactes que nous possédons sur la décomposition et la fermentation, mais les travaux précités de Dawson montrent que l'on savait déjà bien alors que la putréfaction des

plantes ne met pas le carbone en liberté ; au contraire, elle le fixe dans une combinaison très stable, l'anhydride carbonique.

Mais admettons même que du carbone serait mis en liberté par la décomposition des végétaux : j'aurais naïvement cru, et beaucoup de personnes le croiront avec moi, que le carbone organique, d'un noir intense, aurait non pas décoloré, mais au contraire coloré en foncé, en noir, le dépôt.

Mais le plus beau est pour la fin. Binney, qui signale lui-même la couleur foncée du dépôt, cherche à expliquer pourquoi il est décoloré. Qu'aurait donc fait Binney si le dépôt avait été en réalité pâle et décoloré ? Nous nous trouvons là vraisemblablement en présence d'un cas d'autosuggestion des plus curieux. Avide de trouver des arguments en faveur de la théorie de la formation sur place et cherchant donc à comparer le mur des couches au sous-sol blanchi des tourbières, il a vu, en esprit, ce mur pâle, malgré le témoignage de ses yeux qui le lui montraient foncé.

On avouera après cela que si la théorie de la formation de la houille sur place n'est pas solide, ce n'est pas faute d'avoir été défendue d'une façon originale et logique. Binney, d'ailleurs, lorsqu'il s'agissait d'appuyer sa théorie favorite, n'était jamais à court. On se rappellera que c'est lui qui, trouvant, un des premiers, des cailloux roulés de quartz et de quartzite au beau milieu des couches de houille, ennuyé de la présence de ces intrus si dangereux pour ses théories, s'était lestement tiré d'affaire en les considérant comme des..... météorites.

Et cependant Binney était un savant de grande valeur à qui nous devons des travaux très sagaces de géologie et de paléontologie, dont plusieurs se distinguent par des vues originales et sensées.

Réellement il y a pour croire, comme le prouvent encore d'autres exemples que je citerai à l'occasion, que les théories de la formation de la houille exercent sur certains esprits le même effet que la tramontane.

F. Halet. — **Analyse du rôle de l'agrogéologie, d'après le travail présenté au Congrès agrogéologique de Stockholm par M. Treitz, géologue en chef du Gouvernement hongrois.**

Dans un travail récent publié en langue allemande dans le volume XL (1910) des *Földtani Kozlöny* et présenté au Congrès agrogéologique de Stockholm, M. Treitz, géologue en chef du Gouvernement hongrois, a voulu jeter un coup d'œil sur le rôle de l'agrogéologie et envisage les différents buts que cette science est appelée à remplir.

Nous avons cru intéressant de faire ressortir les points les plus importants de ce travail, la science agrogéologique étant toute récente et ses attributions étant encore peu nettement comprises et connues par le plus grand nombre des géologues.

Ce sont les géologues allemands qui se sont surtout spécialisés dans les recherches agrogéologiques; le Service géologique officiel de ce pays a même fait paraître une série de cartes agrogéologiques qui ne sont en réalité que des cartes géologiques contenant des déterminations pétrographiques des dépôts supérieurs du sol.

Ces cartes, au point de vue pratique, ne semblent pas avoir donné les résultats auxquels on s'attendait, bien que dans un climat humide comme celui de l'Allemagne on puisse déjà déduire des conclusions pratiques par les investigations pétrographiques des dépôts supérieurs du sol.

Mais l'auteur nous fait remarquer que, quand on envisage des régions pauvres en précipitations atmosphériques, l'analyse pétrographique ne rend aucun service en vue de l'amélioration du sol, car dans les régions soumises à des époques de sécheresse les sols de composition absolument différente se montrent d'une fertilité identique.

Ces observations ont été confirmées par M. Treitz dans les régions arides de la Hongrie, par le professeur Hilgard en Californie et par différents spécialistes dans le Sud de la Russie et la Roumanie.

Se basant sur ces résultats, M. Treitz a reconnu qu'il fallait abandonner la voie suivie jusqu'à ce jour dans les levés agrogéologiques, et il expose dans sa brochure des vues nouvelles sur la question résultant

des observations nombreuses qu'il a effectuées sur le terrain et de ses travaux au laboratoire.

Avant d'entreprendre l'examen des problèmes agrogéologiques, l'auteur commence par jeter un coup d'œil sur l'évolution de cette science hors de la géologie.

Tandis que le géologue doit étudier la structure de l'écorce dure de la Terre et les forces qui sont entrées en jeu dans la formation de cette croûte, l'agrogéologue, d'après la signification du mot *agron*, c'est-à-dire champ ou la partie supérieure des dépôts terrestres exposée aux actions atmosphériques, doit étudier les couches supérieures de cette Terre imprégnées de produits de décomposition organique, car, la végétation prenant naissance sous l'action des agents atmosphériques, les déchets de cette végétation abandonnés à la surface ou dans le sol se décomposent et s'huméfient.

Comme le sol supérieur est fortement influencé par le sous-sol et que, de plus, avant la formation du sol supérieur actuel, le sous-sol était déjà également souvent mélangé de terre humeuse, on voit que l'agrogéologie est intimement liée à la géologie.

D'autre part, la profondeur à laquelle les recherches doivent être poussées devait être estimée d'après la structure du sol et la nature de ses éléments; cette profondeur pouvant varier, suivant les cas, de 1 à 16 mètres, on voit que l'agrogéologue doit être versé dans les questions de géologie générale et ne peut se passer de la connaissance des minéraux et des roches.

La première et la plus importante science qui vient en aide à l'agrogéologie est la chimie, car la terre arable prend naissance par la transformation chimique des minéraux et des roches. Cette métamorphose et la transformation des substances humiques contenues dans la terre ne peuvent être comprises sans l'aide de la connaissance des processus chimiques.

Mais ces processus chimiques ne peuvent pas expliquer seuls la formation des sols; les recherches faites dans des sols vierges ont montré que la nature des procédés d'altération est déterminée par la forme de la végétation originelle et naturelle. En présence de végétations différentes, des processus chimiques différents ont lieu, mais en présence de végétations semblables des transformations chimiques semblables ont également lieu.

Or on sait que les formes de végétation existent suivant des zones de climat; dans chaque zone, la végétation prend naissance et varie suivant le climat.

Comme on a vu que le sol est influencé par la végétation, l'auteur arrive à la conclusion, déjà connue du reste, que les limites des zones de climat et des formes de la végétation déterminent en même temps les limites des différents types de sol, ou en un mot que chaque zone de climat a son sol caractéristique. Divers savants, par des cartes spéciales des grandes régions, ont montré les rapports qui existaient entre le sol et le climat.

L'ensemble de tous ces travaux démontre clairement que le climat est le facteur le plus actif dans la formation des sols.

Le climat et la végétation influençant le sol permettent de diviser les sols en trois grandes classes :

1° Les sols à végétation ligniteuse (forêts et bosquets) ;

2° Les sols à végétation herbacée (steppes) ;

3° Les sols à végétation herbacée artificielle (transformation par la main de l'homme).

La séparation entre les régions boisées et les régions des steppes est basée sur le climat.

Dans les zones de climat soumises en été et en automne à des vents complètement secs, les arbres et les buissons ne peuvent résister ; seules des plantes qui ont terminé leur croissance au milieu de l'été peuvent résister à ce climat.

L'auteur examine successivement la constitution : *a*) du sol des régions boisées ; *b*) du sol des régions des steppes ; *c*) de quelques formations de sols particuliers.

Pour la facilité de compréhension, il divise le sol qui intéresse la culture en trois parties ou horizons distincts, à savoir :

1° L'horizon A, constitué par les couches tout à fait supérieures ;

2° L'horizon B, les couches sous-jacentes à A ;

3° L'horizon C, formé de la roche mère.

Le sol des régions boisées.

La caractéristique du sol des forêts est que dans l'horizon moyen B se forme toujours un banc durci.

D'après l'auteur, le mode de formation du sol des forêts peut se résumer de la façon suivante :

Le sol de la forêt est recouvert d'une couche de 10 à 15 centimètres de matières organiques provenant de la chute des feuilles et branches. Le sol étant tenu dans l'ombre par le feuillage des arbres, cette couche organique sera constamment humide.

L'eau de pluie chargée d'acide carbonique enlève presque toutes les bases contenues dans la matière organique, et il ne restera de celle-ci que la cellulose et quelques substances minérales.

Cette cellulose se décompose, et le produit de la décomposition, une substance colloïdale acide réagissante, se dispersant avec les eaux de pluie, traverse les couches supérieures du sol. Les eaux qui descendent dans le sol sont de cette façon à réaction acide et attaquent les substances minérales du sol.

Sous cette influence, les couches de l'horizon A sont continuellement lavées, et il ne reste qu'un sol très pauvre, appelé par les Allemands Bleichsand ou sable blanc.

Les produits de décomposition sont donc conduits par les eaux dans l'horizon inférieur B.

Pendant l'été et la saison sèche, les chutes d'eau étant au minimum et une grande évaporation étant faite par la végétation très active en ce moment, l'humidité entraînée dans les profondeurs du sol pendant l'hiver remonte par capillarité en été et ramène avec elle une partie des sels minéraux qui ont été entraînés des couches supérieures pendant la saison pluvieuse.

Ces sels solubles arrivent jusqu'au niveau où l'air du sol ne contient pas de substances acides, mais dans l'horizon B il se trouve pendant l'été encore de faibles quantités de ces substances, et dans cet horizon une partie des substances solubles subit une oxydation et se sépare de la solution par précipitation.

Ce précipité entoure les grains du sol, et au bout d'un certain temps le nombre de ces précipitations peut former un banc dur cimenté auquel, suivant les pays, on a donné le nom de Ortstein, Orterde, alios, tuf, Hardpau, Vaskövesfok.

L'Ortstein contient une et demie à deux fois autant de produits de décomposition que la roche mère et dix fois autant que le Bleichsand.

En particulier dans l'Ortstein le rapport des matières minérales aux matières organiques est influencé par les conditions climatériques.

Un climat humide et froid ne favorise pas la décomposition des matières organiques, celles-ci s'amoncellent; au contraire, un climat chaud et sec facilite le processus de décomposition, le sol se dessèche, les pluies d'été entraînent une grande quantité de matières acides dans les couches inférieures du sol et activent l'oxydation des sels organiques.

Par suite, l'Ortstein dans les forêts de ces zones se compose en plus grande partie de substances minérales, et les matières humiques ne sont contenues dans l'Ortstein que dans la proportion de 3 à 5 %.

Cet Ortstein a été appelé par le Prof^r Ramann « Orterde », en opposition avec le véritable Ortstein dans lequel les substances humiques atteignent 17 %.

C'est de cette façon que l'auteur comprend la formation des sols des forêts et de l'Ortstein.

Il est intéressant d'y comparer la formation de l'Ortstein telle qu'elle a été formulée par M. Bradfer dans son travail sur l'Ortstein publié dans le Bulletin de la Société belge de Géologie, tome XVII.

L'auteur a envisagé la formation de ce tuf dans les sols des bruyères de la Campine et s'exprime de la façon suivante :

« Quand il pleut, l'eau entraîne avec elle les acides organiques qui se sont formés, ainsi que de fines particules d'humus que l'on retrouve dans le tuf. Ne rencontrant dans la couche végétale et le sable gris qu'une très faible proportion de chaux, de potasse, de fer, il est évident que cette solution acide va les dissoudre et les entraîner avec elle [1], et qu'elle ne sera pas neutralisée. Mais elle arrive au contact du sable jaune, très riche en fer. Naturellement il va se produire une précipitation des acides organiques, c'est-à-dire une neutralisation de ceux-ci par le fer. Ainsi se forme le tuf humique, et c'est ce qui explique :

» 1° Pourquoi on le trouve toujours au contact du sable jaune;

» 2° Pourquoi il est aussi riche et même un peu plus riche en fer que celui-ci.

» En résumé donc, nous avons une solution d'acides organiques qui descendent dans le sol et ne se précipitent que lorsqu'ils rencontrent un corps neutralisant, c'est-à-dire le fer. »

On voit que les deux auteurs ne sont pas d'accord sur la formation de ces tufs. M. Treitz n'envisage que la formation lors de la précipitation des sels provenant des eaux remontant des profondeurs pendant la période sèche, tandis que M. Bradfer explique cette formation pour les eaux descendant dans le sol et a appuyé sa manière de voir par des expériences de laboratoire; ces dernières auraient été plus complètes si l'on avait aussi fait intervenir une période d'évaporation, car, à notre avis, les deux méthodes de formation pourraient exister dans des cas spéciaux et arriver au même but, c'est-à-dire la formation de l'Ortstein.

Il ne faut pas perdre de vue non plus que les bruyères sont ordinairement le résultat du déboisement et que l'Ortstein qui se rencontre

---

[1] En effet, ces éléments : chaux, potasse, fer, etc., sont en trop faible quantité pour précipiter les acides qui sont surabondants. Ils seront donc dissous par eux. D'autre part, un acide ne peut exister à l'état libre en profondeur.

dans ces sols a été formé lors du boisement de ceux-ci et n'a pas été détruit à cause de la culture en bruyère.

Toutefois, la manière de voir de M. Treitz expliquerait pourquoi le tuf humique ne s'épaissirait pas davantage dans nos régions, car, les époques pluvieuses l'emportant sur les époques sèches, l'Ortstein ne peut jamais atteindre une forte épaisseur étant détruit en partie chaque année pendant la période pluvieuse.

Pour terminer, il ressort du travail de l'auteur que dans tout sol de forêt on trouve une première zone A tout à fait appauvrie (Bleichsand) et une deuxième zone B contenant un banc dur ou cimenté (Ortstein) contenant une bonne partie des produits de décomposition enlevés à la zone A.

Le sol des régions des steppes.

Le sol de ces régions se différencie du sol des régions forestières.

La formation végétale étant herbacée, au mois de juillet la plupart des herbes ont terminé leur croissance et se dessèchent, la plupart des racines chevelues meurent et se putréfient; cette putréfaction se fait dans le sol, contrairement à ce qui se passe dans les régions forestières où la putréfaction se fait sur le sol.

Ces matières organiques en décomposition donnent naissance à un excès de bases, et les acides libres ne peuvent se former.

Il se forme des combinaisons humiques de fer, de chaux et de magnésie peu solubles dans l'eau et, par suite, ne circulant que peu dans le sol.

De cette façon, l'horizon supérieur A du sol s'enrichit en produits de décomposition au lieu de s'appauvrir comme dans le sol des forêts.

Pendant l'été, le sol étant peu protégé, il se dessèche rapidement et l'humidité des profondeurs remonte; les produits de décomposition sont ainsi conduits dans les couches supérieures et s'y déposent à mesure de l'évaporation de l'eau.

De ces considérations il résulte que l'eau du sol est le facteur qui ou bien enrichit ou bien appauvrit le sol.

Plus l'air est sec, plus la teneur en sels du sol augmente, ce qui explique que le sol des déserts est presque toujours imprégné de sels.

La teneur en vapeur d'eau de l'atmosphère étant réglée par le climat, ce dernier fait également paraître des formations végétales différentes et par suite des genres de sols différents, ou bien le sol blanc des forêts ou bien le sol riche en sels des régions des steppes.

Entre ces deux types principaux de sol, il y a naturellement une grande quantité de sols intermédiaires qui varient suivant le changement du climat local.

L'auteur examine séparément la formation d'un certain nombre de sols herbacés, tels que les formations de la région des Tundren dans les régions froides du Nord de l'Europe.

Le sol des bruyères de l'Europe centrale.

Ces sols existent depuis la disparition des forêts; comme dans ces régions l'évaporation de l'humidité de l'atmosphère est encore trop faible et que le lavement du sol sous le couvert de gazon ne discontinue pas, l'Ortstein sous le sable de bruyères reste intact et peu changé.

L'auteur examine aussi le cas des sols des forêts de steppes, des taillis sous futaie, le sol des alluvions.

Il envisage également la nature du sol des bois transformés en terre herbacée.

Le sol de ce bois antérieur subit par la nouvelle plantation un changement profond.

Par suite de la disparition de l'ombrage, le sol se dessèche et la couche d'humus se détruit.

En été, l'humidité accumulée dans les couches profondes pendant l'hiver remonte, vient au contact de l'Ortstein et dissout peu à peu les matières y déposées et les conduit dans l'horizon supérieur A; après évaporation de l'eau, les matériaux entraînés se déposent; à mesure que dans l'horizon inférieur B la teneur en fer diminue et quitte l'Ortstein, l'horizon supérieur se colore en rouge brunâtre.

Finalement l'Ortstein disparaît, et ses parties constitutives seront conduites dans les couches supérieures du sol, la terre blanche primitive devient de la terre brune de forêts; cela résulte de ce que les quantités de sels de fer qui étaient dans l'horizon B ont été ramenées en haut, et l'horizon A se colore en brun ou en rouge.

L'intensité de la couleur dépend aussi de la teneur en calcaire du sous-sol. Au-dessus des roches calcaires il existe toujours un sol riche en fer et pauvre en humus, et au-dessus des roches ne contenant pas de calcaire il existe un sol foncé, souvent tout à fait noir.

Le climat influence différemment ces colorations; c'est ainsi que dans les tropiques le sol est souvent riche en latérite.

L'auteur semble rapporter la formation de la latérite à l'apport de fer dans les couches supérieures à la suite de l'évaporation de l'été; il

est peut-être bon de rappeler ici que, dans le travail de M. Holland sur la constitution de la latérite, cet auteur émet l'opinion que la formation de latérite est liée au développement d'une espèce de bactéries qui ne vivent que sous les tropiques et qui oxydent et fixent les composés ferrugineux.

Les sols des zones de climats cités, tels que les Tundren, le sol des forêts, les sols des forêts de steppes, les sols de steppes, ne sont pas répartis uniquement d'après les degrés de latitude géographique, mais existent chaque fois que la situation orographique amène des changements dans le climat.

L'auteur examine également quelques cas particuliers, tels que la formation dans le sol de concrétions ferrugineuses et calcaires.

Les matériaux qui se séparent de l'eau du sol par l'évaporation se solidifient d'après leur composition en concrétions diverses.

Dans les régions où l'eau du sol ne renferme pas de chaux, la majorité des concrétions contiennent du fer.

Dans ces régions, il se forme exclusivement des concrétions ferrugineuses.

En Belgique, dans toutes les alluvions il y a énormément de ces concrétions ferrugineuses.

En opposition, dans les régions a été sec, l'eau du sol est une solution saturée de chaux, et par suite de cela il se forme des concrétions calcaires.

Comme l'humidité du sol circule en majeure partie le long des racines des plantes, la séparation des sels se fait en grande masse autour des racines, et ces dernières se pétrifient.

Au début, la forme et la structure des racines sont encore visibles sur les concrétions.

Nous pensons que c'est de cette façon que se forment les poupées calcaires de notre limon belge; en effet, nous avons déjà remarqué des traces de racines sur ces concrétions, et primitivement ces concrétions ont la forme des racines. C'est ce qui expliquerait que ces concrétions ne s'observent qu'à des niveaux déterminés et n'existent que là où il y a eu de la végétation.

Dans les autres cas, ces dépôts de calcaire s'observent plutôt en traînées ou lignes blanchâtres qu'on observe si souvent dans des coupes de limon exposées à l'air.

L'auteur fait remarquer que l'origine des grandes concrétions calcaires que l'on rencontre dans les dépôts marneux et argileux à des profondeurs assez grandes n'est pas du tout celle des concrétions

calcaires du loess; ces grandes concrétions sont le produit du métamorphisme de gros cristaux de gypse.

L'auteur, pour terminer son travail, examine un dernier point, c'est-à-dire les applications de l'agrogéologie.

D'après lui, les indications et les connaissances les plus utiles que le praticien peut retirer des recherches agrogéologiques peuvent se diviser d'après leur nature en cinq groupes.

Sur les cartes agrogéologiques, on distinguera les régions des forêts et des herbacés; dans ces dernières, on distinguera les steppes, les prairies, les terres marécageuses; de plus, on indiquera les terres rouges, etc.

Cette division des sols nous enseigne ce qui suit :

1° La composition chimique du sol, la constitution physique du sous-sol et la structure de la coupe du sol.

Car chaque type de sol possède, comme nous l'avons vu, son caractère propre; la constitution chimique des horizons A, B et C est différente pour chaque type de sol, mais pour le même type elle est la même dans tous les sols.

2° On pourra connaître par la carte les propriétés physiques des sols.

Le sol des forêts est dense, serré; par contre, celui des steppes est poreux et percé de trous. De là des indications pour la façon de travailler ces sols afin de conserver leur fertilité.

3° La division des sols, d'après ces zones de climats, fournit des données météorologiques aux exploitants des terres et des forêts.

4° Ces cartes renseignent au cultivateur les procédés d'amélioration du sol qu'il devra choisir.

En effet, dans la zone des forêts, les terres labourables doivent être drainées, étant humides et froides; au contraire, dans la zone des steppes, on devra souvent irriguer.

5° Cette division des sols donne d'importantes indications sur le choix des plantes à cultiver et les engrais à appliquer à ces sols.

L'auteur termine son travail en touchant un mot des analyses du sol relativement à la nutrition de la plante.

Nous avons vu que dans les différentes régions climatologiques la circulation de l'eau du sol est différente. Dans certains cas, l'eau remonte en été jusqu'à la surface du sol; dans d'autres, cette eau ne monte que jusqu'à un certain niveau où elle est enlevée par la végétation.

Jusqu'à ce jour, en prenant des échantillons du sol, on n'a pas dis-

tingué pour chaque région la profondeur à laquelle on prélevait les échantillons destinés aux analyses; on n'a pas considéré non plus pour chaque région à quelle saison on prélevait les échantillons, car, comme l'auteur nous l'a indiqué pour ces différents types de sols, les richesses naturelles se trouvent à des niveaux du sol différents suivant des moments de l'année différents.

Toutes ces questions et d'autres encore, comme nous le dit bien M. Treitz, ne sont pas envisagées dans les cartes géologiques, même quand celles-ci, comme en Allemagne, sont accompagnées d'annotations pétrographiques; aussi comprend-on le peu de succès qu'ont eu ces cartes auprès des agriculteurs.

Les cartes agrogéologiques, au contraire, donnent des renseignements précieux sur toutes ces questions.

Après avoir lu attentivement cette brochure, nous croyons pouvoir affirmer que M. Treitz a apporté, par ce petit travail récapitulatif, une nouvelle preuve de la nécessité de distinguer nettement les deux sciences géologique et agrogéologique; ces deux sciences, tout en étant intimement liées, ont chacune leur tâche bien déterminée.

S'il est admis que l'on ne peut s'occuper d'agrogéologie sans être géologue, nous voyons par cette étude que les géologues, pour faire de l'agrogéologie, doivent être très versés dans les sciences agronomiques.

On conçoit bien d'après cela que les cartes agronomiques doivent être faites par des agrogéologues.

Les applications du travail de M. Treitz seront évidemment moins en place dans des pays à agriculture parcellaire, comme celle de la Belgique, mais trouveront surtout leur application dans des pays nouveaux où l'on n'est pas encore en mesure de connaître par expérience les ressources que le sol est capable de donner, c'est-à-dire dans de grands pays comportant des régions climatologiques bien différentes et des sols encore vierges.

Ces principes ont déjà été appliqués en partie dans les États-Unis pour la mise en valeur des terres nouvelles, et nous croyons qu'ils pourraient utilement servir de guide et de base pour la mise en valeur de nos territoires nouveaux du Congo et surtout du Katanga.

La séance est levée à 23 heures.

SÉANCE MENSUELLE DU 21 MARS 1911.

Présidence de M. **E. Cuvelier**, *président.*

La séance est ouverte à 20 h. 30.

Décès.

Nous avons le regret de porter à la connaissance de nos confrères le décès de M. Gregoriù Stefanescu, professeur de géologie et de paléontologie à l'Université de Bucarest, membre effectif de notre Société et de beaucoup d'autres sociétés savantes.

Approbation du procès-verbal de la séance de février.

Ce procès-verbal est adopté sans observations.

M. Malaise exprime le regret de voir supprimer les séances de jour. Le Bureau cherchera à lui donner satisfaction, bien que les séances de jour aient été en général moins suivies que celles du soir.

Communication du Bureau.

Le Conseil d'administration de l'Université libre a déclaré la vacance des chaires de minéralogie et de cristallographie.

Les candidats sont priés de faire parvenir leur demande au Président du Conseil d'administration de l'Université (14, rue des Sols).

Correspondance.

Le Gouvernement provincial du Brabant a adressé à la Société son subside annuel pour 1911.

Le Gouvernement provincial du Hainaut a adressé à la Société son subside annuel pour 1910.

L'Association géologique du Haut-Rhin a adressé le programme de la session qu'elle tiendra en Forêt-Noire, du 18 au 22 avril. Pour adhésions, écrire au docteur C. Beck, trésorier de l'Association, Wagenburgstrasse, 10, à Stuttgart.

L'Association géologique du Bas-Rhin adresse le programme de la session qu'elle tiendra à Gerolstein, du 11 au 14 avril. Pour y adhérer, écrire au professeur Erich Kaiser, Südanlage, 11, à Giessen, et envoyer la cotisation de 3 marks, comme membre de l'Association, à M. Karl Henry, Schillerstrasse, 12, à Bonn.

L'Association géologique de la Basse-Saxe envoie le programme sommaire de sa session du 18 au 20 avril 1911, qui se tiendra à Utzen.

Programme détaillé sur demande envoyée au professeur Briecke, Ladestrasse, 50, Hannover.

La septième session du Congrès préhistorique de France se tiendra à Nîmes, du 6 au 12 août 1911. Les trois premières journées (7, 8 et 9 août), à Nîmes, seront consacrées aux présentations, communications et discussions scientifiques, ainsi qu'à des visites archéologiques locales (*musées, collections particulières, monuments de la ville et des environs*, etc.).

Les autres journées (10, 11, 12 août) seront réservées à des excursions scientifiques dans le *département du Gard,* et notamment aux suivantes :

1° *Excursion de la Vaunage* (*Oppida et enceintes. — Menhir de Congeniès. — Sépultures à coupole de la Queyrolle et de Canteperdrix*).

2° *Excursion d'Uzès* (*Grottes préhistoriques. — Le Pont du Gard. — Uzès. — Stations et enceintes*).

3° *Excursion d'Arles* (*la ville d'Arles, ses musées, ses monuments. — Visite des environs : Le Castellet*).

Parmi les questions inscrites à l'ordre du jour figurent les suivantes, particulièrement intéressantes pour la région où se tiendra le Congrès :

1° Le Néolithique en Provence; 2° les Castellaras; 3° le Cuivre et le Bronze dans le Gard.

Le Congrès comprend des *membres titulaires* et des *membres adhérents.*

Les *membres titulaires* paient une cotisation de *12 francs.* Seuls, ils ont droit au volume des comptes rendus de la session.

Les *membres adhérents* paient une cotisation de *6 francs;* ils peuvent assister aux réceptions, réunions et excursions.

Ne sont admises comme *membres adhérents* que les personnes faisant partie de la famille des *membres titulaires.*

Toutes les communications ou demandes de renseignements doivent

être adressées à M. le Dr Marcel Baudouin, secrétaire général du Comité d'organisation, à Paris, rue Linné, 21.

Les adhésions et cotisations sont reçues, dès maintenant, chez M. Gillet, trésorier du Comité d'organisation, 30, rue des Rosselins, Suresnes (Seine).

La Société allemande d'Anthropologie annonce sa cinquième session, qui se tiendra à Heilbronn du 6 au 9 août 1911, et sera suivie de la visite de Stuttgart, Tübingen et de l'Alb de Souabe du 10 au 15 août.

Cotisation : 10 marks à adresser au Dr Schliz, d'Heilbronn.

Une conférence palethnologique se tiendra à Tübingen du 12 au 15 août comme suite au Congrès des sociétés anthropologiques allemande et viennoise annoncé ci-dessus.

La conférence palethnologique a pour but d'établir pour la première fois l'échange réciproque d'aperçus entre les branches spéciales d'Ethnographie, d'Anthropologie et de Géologie préhistoriques.

La conférence discutera, avec l'espoir de les résoudre ou de les éclaircir, les questions qui ont particulièrement attiré l'attention dans ces dernières années. Les résultats de ses travaux seront de signaler et de caractériser les données des époques de transition géologique et archéologique :

a) De la première culture primitive de l'homme au Chelléen ;

b) De la transition du paléolithique ancien au paléolithique supérieur;

c) Du paléolithique supérieur au pur néolithique, c'est-à-dire de l'Azilien jusqu'à l'époque de la pierre polie et de la céramique.

En même temps il faudra recourir à tous les documents de la stratigraphie, de la géologie, de la paléontologie, de la typologie et de l'ethnographie (rites et mœurs).

Outre ces comptes rendus et conférences, on tiendra des discours sur toutes les branches de la palethnologie générale :

A. Eolithologie, archéologie quaternaire jusqu'aux limites de l'époque de la pierre polie, typologie, morphologie, technique, essais expérimentaux de l'archéologie préhistorique.

B. Paléanthropologie (somatique, morphologique).

C. Palethnologie comparée. Art paléolithique, rites et mœurs.

D. Géologie appliquée à la préhistoire.

Paléontologie, géologie glaciaire.

E. Stratigraphie et chronologie se basant sur l'archéologie, l'ethnographie et la géologie.

Les communications palethnologiques d'un intérêt commun pour

l'anthropologie et l'ethnographie seront faites à Heilbronn au congrès allemand-viennois, tandis que les discours spéciaux palethnologiques seront lus à la conférence palethnologique à Tübingen. (Les orateurs auront à Heilbronn un appareil de projection [8.5 : 10 et 9 : 12] à leur disposition et à Tübingen un épidioscope et un appareil de projection.)

Les orateurs et membres de la conférence sont priés de joindre autant que possible à leur exposé oral des projections, figures ou présentations d'originaux anthropologiques et archéologiques.

Les discours et comptes rendus pourront se faire en allemand, en français et en anglais et seront publiés dans le *Correspondenzblatt der Deutschen anthropologischen Gesellschaft*.

On est prié d'annoncer à temps les communications pour la conférence. Le mandataire de cette conférence, le Dr R.-R. Schmidt, est à la disposition des personnes qui désirent avoir des renseignements plus détaillés.

Les personnes qui veulent assister à la conférence palethnologique sont instamment priées de vouloir en aviser M. le professeur Seger, Breslau, Schlesisches Museum für Altertümer, Graupenstrasse 14.

Le mandataire de la conférence palethnologique de Tübingen,

Dr R. R. Schmidt,

Tübingen (Wurtemberg), Université.

Dons et envois reçus.

De la part des auteurs :

6286 **Alfani, P.-G.**, Note sul terremoto del Turkestan 4 gennaio 1911. Pavie, 1911. Extr. de *Riv. di Fis., Matem. e Sc. nat.*, t. XII, n° 134, 18 pages.

6287 **Hasse, G.**, Les vers dans l'argile de Boom (p. 121).
Les tarets dans le Pliocène et dans l'Oligocène à Anvers (p. 122). Bruxelles, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. roy. zool. et malac. de Belg.*, t. XLIV, 2 planches.

6288 **Hasse, G.**, Les Brûlots de Giannibelli. Anvers, 1911. Extr. du *Bull. de l'Acad. roy. d'Archéol. de Belg.*, 5 pages et 1 figure.

6289 **Labat, A.**, Les inondations. Périgueux, 1911. Brochure in-12 de 26 pages.

6290 **Noël, E.**, Une mission en Tunisie. Nancy, 1910. Extr. de la *Revue Ind. de l'Est*, 38 pages et 10 figures.

6291 **Noël, E.**, Sur la surface libre d'une nappe aquifère sur une prévision de débit de source (Zaghouan). Nancy, 1910. Extr. du *Bull. de la Soc. des Sc.*, 33 pages et 4 figures.

6292 **Noël, E.**, Note sur l'hydrogéologie tunisienne. Paris, 1909. Extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 4e série, t. IX, pp. 459-487 et 3 figures.

6293 **Noël, E.**, Sur l'hydrogéologie tunisienne. Paris, 1909. Extr. des *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, t. CXLIX, 3 pages.

6294 **Noël, E.**, Les infiltrations sur le massif du Zaghouan (Tunisie). Paris, 1910. Extr. des *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, t. CL, 3 pages.

Présentation et élection de nouveaux membres.

Sont élus par le vote unanime de l'Assemblée :

En qualité de membres effectifs :

MM. Bastin, F., géomètre, 30, rue Verbist, à Bruxelles, présenté par MM. Halet et Greindl ;

Mary, Albert, attaché à l'Inspection de l'Assistance publique, 25, rue du 27 Juin, à Beauvais (Oise) ;

Mary, Alexandre, rédacteur à la Préfecture de l'Oise, 25, rue du 27 Juin, à Beauvais (Oise), tous deux présentés par MM. E. van den Broeck et Greindl ;

Michel, Fernand, lieutenant du Génie à la Compagnie de Chemin de fer, à Anvers ;

Poliet, Lucien, lieutenant du Génie à la Compagnie de Télégraphistes, à Anvers, tous deux présentés par MM. Walens et Cuvelier.

En qualité de membres associés régnicoles :

MM. Leclercq, Arthur, inspecteur principal du service des Eaux de la ville de Bruxelles, présenté par MM. Van Lint et Fourmanois ;

Deloge, Arthur, 235, chaussée de Wavre, à Auderghem, présenté par MM. Malaise et Greindl.

Discussion des thèses présentées antérieurement.

J. Deleccurt. — **Forme des trajectoires suivies par l'eau dans la partie de couche aquifère influencée par un puits ordinaire.**

Dans une note publiée dans nos procès-verbaux (janvier 1911), j'ai étudié la forme des trajectoires suivies par l'eau dans la partie de couche aquifère influencée par un puits. M. d'Andrimont, se basant sur des expériences de laboratoire, conteste mon interprétation. J'ai donc été amené à montrer pourquoi les expériences invoquées sont loin d'être concluantes et je l'ai fait dans la seconde partie de la note précitée.

Pour toute réponse, mon honorable contradicteur me conseille la lecture de quelques ouvrages d'hydrologie ; après quoi il m'accorde quelque originalité pour avoir parlé de vitesses considérables et de remous se produisant dans les couches aquifères au voisinage des puits.

Je suis au regret de n'avoir même pas été original. La vitesse que possède l'eau à sa sortie du terrain meuble, c'est-à-dire à son entrée dans le puits, est souvent de plusieurs centimètres par seconde. Si M. d'Andrimont veut bien consulter l'*Étude théorique et pratique sur le mouvement des eaux dans les canaux découverts et les terrains perméables,* de Dupuit, il verra que l'eau entrait dans le puits de Grenelle avec une vitesse de 10 centimètres à la seconde ou de 360 mètres à l'heure.

Ces *vitesses considérables* se manifestent par l'entraînement de certains éléments constitutifs du terrain perméable. Elles peuvent se calculer pour des puits connus en divisant le débit par la section réellement offerte à l'écoulement des eaux. Les résultats obtenus de cette manière permettent de conclure que la vitesse d'entrée de l'eau dans les puits peut s'exprimer en dizaines et même en centaines de mètres à l'heure.

Par contre, pour atteindre la nappe, les eaux atmosphériques traversent des terrains non saturés d'eau (terrains imbibés pelliculairement de M. d'Andrimont). La descente est verticale et très lente. On peut fixer à quelques centimètres à l'heure et peut-être à moins la vitesse de cette descente.

En comparant ces deux vitesses, on comprendra comment je suis arrivé à tracer les trajectoires théoriques pour un puits alimenté sur toute la paroi.

M. d'Andrimont nie l'existence de remous dans les couches aquifères. Dupuit, non seulement admet leur existence, mais il la démontre. Il précise même dans un cas particulier et ajoute que les remous dans un canal à section remplie de sable sont les mêmes que dans un canal à section vide trois fois plus profond.

Les études de M. Penninck ne peuvent être invoquées, parce que le directeur des eaux d'Amsterdam étudie non pas le cas des trajectoires créées par l'influence d'un puits, mais ce que M. d'Andrimont appelle la forme des *trajectoires liquides* dans une nappe aquifère. C'est d'ailleurs sous ce titre qu'il publie une note en réponse à la mienne.

De plus, soit dit en passant, toutes les erreurs que j'ai signalées dans la méthode de M. d'Andrimont existent dans la méthode d'expérience en petit de M. Penninck. En effet :

1° La solution colorée est plus dense que l'eau ;

2° La réalimentation la moins forte est de un litre et quart à l'heure sur une surface intéressée de 110 centimètres carrés, ce qui représente une couche de 1 736 millimètres d'eau par vingt-quatre heures, soit *deux mille fois* environ la moyenne journalière déduite pour l'année entière de la réalimentation par l'atmosphère ;

3° La caisse qui sert à l'expérience a 0^m55 de large sur 0^m65 de haut. La base de la caisse simule la couche imperméable. On se trouve donc en présence de la figuration d'une couche aquifère dont l'épaisseur est un peu plus grande que la largeur du bassin d'alimentation, alors que le rapport de ces quantités se chiffre ordinairement par centièmes ou par millièmes.

La méthode d'expérimentation en petit de M. Penninck n'est donc pas plus heureuse que celle de M. d'Andrimont. Ce dernier ne défend d'ailleurs la sienne que comme une expérience destinée à rendre tangible ce qui se passe dans la nature et semble admettre que les causes d'erreurs que je signale sont suffisantes pour qu'on puisse ne considérer son travail que comme un essai de figuration expérimentale d'un fait observé en grand.

Je ne mets pas en doute, quand elle se pratique en grand sur du terrain naturel et dans le voisinage de l'exutoire, la méthode des courbes orthogonales et des courbes d'égale pression, j'allais dire équipotentielles. Malheureusement, « cette méthode, rigoureusement exacte et scientifique, ne peut être mise en parallèle avec la mienne ». En effet, l'expérience que M. Penninck a réalisée s'applique à un *canal alimenté par le fond*. Les prélèvements à la nappe se font sous *faible rabattement* (24 centimètres). Les trajectoires ne sont étudiées qu'à

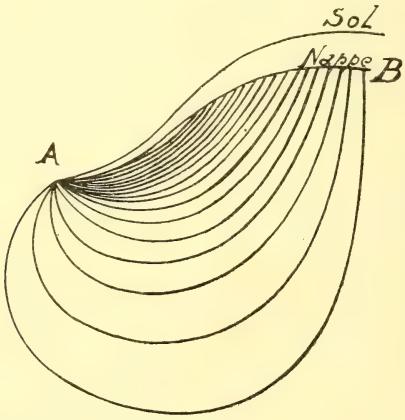
moins de vingt mètres de l'axe du canal, c'est-à-dire là où elles subissent l'influence du captage par le *fond*. De plus, la nappe phréatique dans les environs du canal n'est pas réalimentée verticalement par l'atmosphère, mais latéralement par la couche phréatique des dunes. Les résultats de ces expériences ne peuvent donc influencer une étude théorique sur un *puits* alimenté par la *paroi* jusqu'à la couche imperméable horizontale et réalimentée par les eaux atmosphériques.

Je rappelle à M. d'Andrimont mes conclusions :

1° Les trajectoires se couchent de plus en plus sur la nappe (surface libre de la couche aquifère) quand on chemine du périmètre d'influence extrême vers l'axe du puits;

2° Les trajectoires ont sur la plus grande partie de leur longueur une forme qui diffère peu de l'horizontale.

Les travaux du géologue Van Hisse, que M. d'Andrimont me conseillait de consulter, me fournissent le dessin ci-joint pour une couche phréatique à réalimentation naturelle.



M. d'Andrimont peut-il dire que cette figure *théorique* ressemble plus à ses schémas qu'au mien? Les trajectoires se couchent de plus en plus sur la nappe en allant de B vers A.

Enfin, je trouve dans la *Géologie* de M. Jules Cornet l'interprétation de ce tracé :

« Ces figures *théoriques* supposent que l'eau circule dans un milieu poreux homogène s'étendant indéfiniment dans toutes les directions, *notamment vers le bas* » ; et plus loin :

« On peut supposer théoriquement qu'il existe des régions où la

circulation de l'eau souterraine se passe selon le schéma précédent jusqu'à la base de la zone de cimentation. Mais en fait, on rencontre partout, à une profondeur très variable mais toujours bien avant cette limite, un terrain où il n'existe que des espaces subcapillaires, c'est-à-dire pratiquement imperméable. »

Il en résulte que pour que la figure tracée par M. Van Hisse s'applique à une réalité, il faut, comme pour le dessin que j'ai fourni, *multiplier l'échelle horizontale par un nombre considérable* pour maintenir le rapport entre l'épaisseur de la couche aquifère et la largeur de son bassin d'alimentation. Les trajectoires s'écartent donc peu de l'horizontale quand la couche imperméable est horizontale elle-même.

Pour conclure, je puis dire en réponse à la note de M. d'Andrimont que j'étais en bonne compagnie pour défendre mes idées. J'avoue pourtant que je ne m'en doutais pas.

M. Deblon fait observer que le puits de Grenelle est un puits artésien, tandis que dans la discussion à laquelle se rattache la communication de M. Delecourt, il s'agit de puits qui plongent dans une nappe libre, où la pression est beaucoup moins considérable.

M. J. Delecourt dit avoir seulement voulu choisir un exemple qui montrât clairement que les vitesses peuvent être considérables; d'autres, qu'il pourrait citer, donneraient peut-être des vitesses un peu moindres, mais toujours élevées.

H. de Dorlodot. — A propos de la présence de restes de Mammifères terrestres dans l'argile de Boom.

M. Hasse [1], dans l'intéressante note qu'il consacre à la découverte de maxillaires inférieurs de Rhinocéros à Rumpst, au milieu d'ossements de poissons marins, rappelle que c'est dans les mêmes conditions qu'a été trouvé le maxillaire inférieur d'un Marsupial à Contich, et déclare qu'il est « bien difficile de se représenter les causes de leur présence en ce point et d'avoir des notions exactes de l'histoire de la mer rupelienne à cette époque ». La difficulté lui paraît même si grande, que ces découvertes semblent l'amener à douter si l'argile de Boom est bien un dépôt purement marin.

J'avoue ne pas partager sa surprise; la présence de quelques restes

---

[1] G. Hasse, *Un Rhinocéros dans l'argile oligocène de Boom.* (Bull. Soc. belge de Géol., t. XXV, 1911, Proc.-verb., pp. 71-73.)

de Mammifères terrestres dans un dépôt franchement marin est, à mon sens, chose toute naturelle.

Tout corps qui a pu flotter à la surface ou au sein des eaux marines, ou qui a pu être transporté par un flotteur, a chance de se trouver parfois dans les dépôts marins, et peut même se rencontrer dans les dépôts de mer très profonde. Or, personne n'ignore que les cadavres des Mammifères noyés deviennent plus légers que l'eau à un certain stade de leur putréfaction, et qu'on les voit alors flotter à la surface des eaux. Si les cours d'eau les transportent à la mer, ils pourront être entraînés au large, et leurs débris tomberont au fond de la mer lorsque la décomposition sera plus avancée. Sans doute, on doit supposer que ces débris ne seront pas, en général, très communs dans les dépôts de haute mer. Cependant, il ne faudrait pas s'étonner outre mesure que l'on trouvât ces sortes de débris en plus grande abondance dans certains gisements de dépôts de haute mer, par suite de circonstances particulières. Rappelons qu'Alex. Agassiz a trouvé, au large des Petites-Antilles, dans la vase terrigène, jusqu'à 1 800 mètres de profondeur, des feuilles et des tiges de plantes terrestres en compagnie de nombreux restes d'animaux de mer profonde (1), et, sur un large espace entre la Californie, le Mexique et les îles Galapagos, des restes nombreux et variés de plantes terrestres dans la boue à Globigérines, à des profondeurs variant entre 2 000 et 3 000 mètres (2). En dehors des formations strictement continentales, les restes de plantes et d'animaux terrestres se rencontrent *principalement* dans les dépôts d'estuaire ou dans les dépôts côtiers; mais on peut les rencontrer partout, et rien n'empêche qu'on ne puisse les trouver abondamment dans certains dépôts franchement marins, ou même, comme nous venons de le voir, dans des dépôts de mer profonde.

M. Rutot ajoute qu'à Boom même, on trouve quantité de fruits d'origine terrestre. De même, les fameux syréniens furent amenés dans la mer rupelienne par l'embouchure des fleuves.

D'ailleurs, ne voyons-nous pas à Erquelinnes, en plein Landenien marin, recueillir des tortues terrestres?

Le fait peut être généralisé et l'on peut dire que dans les formations marines littorales, il se rencontre très fréquemment des débris continentaux.

---

(1) Al. Agassiz, *Three Cruises of the Blake*, I, p. 291.

(2) Al. Agassiz, *Bull. of the Museum of Compar. Zoology*, 1892, p. 11.

Communications des membres.

Eug. Maillieux. — Note sur l'hypostome de l'Homalonotus rhenanus Koch.

Parmi les fossiles du grès de Mormont (Ahrien de base, facies anoreux = *Em1aα*) faisant partie des collections du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, se trouve une pièce très intéressante du bouclier céphalique d'un Trilobite que, dans une liste des éléments fauniques du grès de Mormont donnée précédemment (1), nous avons indiquée sous le nom de *Homalonotus*? sp. Il s'agit d'un hypostome que nous avons étudié spécialement depuis, et nous avons pu nous convaincre qu'il appartient incontestablement à un *Calymmenide* du genre *Homalonotus*, dans lequel nous ne l'avions rangé d'abord qu'avec doute.

On sait combien il est rare de rencontrer, dans nos sédiments dévoniens, des Trilobites munis de cette pièce *in situ* : presque toujours elle est à l'état libre, ce qui en rend la détermination d'autant moins aisée que son identification spécifique n'est souvent, pour cette cause, basée que sur de simples déductions très hypothétiques. Aussi les erreurs, d'ailleurs fort excusables, sont-elles fréquentes : c'est ainsi que le seul hypostome figuré par K. Koch dans sa grande Monographie du genre *Homalonotus* de l'Infradévonien rhénan (2) et qu'il donne comme étant celui de l'*Homalonotus scabrosus* Koch (= *Homalonotus gigas* Rœmer), n'a rien de commun avec cette espèce, et, comme l'a fait remarquer M. E. Kayser (3), n'appartient même pas au genre *Homalonotus*.

Dans une note intitulée : *Ueber Hypostome von Homalonoten* (4), Beushausen s'est efforcé avec beaucoup de sagacité d'établir l'identité spécifique d'un certain nombre de formes de cet intéressant organe, se rangeant toutes sans conteste dans le genre *Homalonotus*. Parmi elles, il figure et décrit avec doute sous le nom de *Homalonotus rhenanus* Koch? (5)

---

(1) *Bull. Soc belge de Géol.*, t. XXIV, 1910, Mém., p. 218.
(2) *Homalonotus-Arten des rheinischen Unterdevon*, 1883, pl. IV, fig. 4.
(3) Kayser, in Koch, *loc. cit.*, explication de la planche IV, note 2.
(4) *Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. für 1891*, pp. 154-166.
(5) Beushausen, *loc. cit.*, p. 163, fig. 6.

le fragment incomplet d'un hypostome de la collection Frech (appartenant actuellement à l'Université de Breslau), provenant d'Oberstadtfeld.

Cette pièce diffère de l'hypostome de Mormont par sa forme plus large, plus courte, plus aplatie. Ses tubercules, la rainure médiane, le bourrelet délimité par les rainures médiane et postérieure sont moins prononcés et tout le relief est d'ailleurs presque effacé. De plus, les tubercules ne semblent pas avoir la même disposition : alors que, dans la forme de Mormont, ils sont situés sur le bourrelet entre les rainures médiane et postérieure, ils ne paraissent pas, dans le type figuré par Beushausen, pénétrer dans la partie antérieure au sillon médian. Nous avons soumis la photographie de l'hypostome de Mormont à notre savant confrère de Marburg, le Dr Rudolf Richter, occupé en ce moment à écrire une grande Monographie des Tribolites du Dévonien d'Allemagne. Comme il avait précisément sous la main l'échantillon décrit par Beushausen, il a pu en faire une comparaison très minutieuse, et il a bien voulu nous communiquer ses remarques, confirmant entièrement celles que nous venons d'exposer. De plus, le Dr Richter a recueilli à Oberstadtfeld un certain nombre d'hypostomes absolument identiques à celui de Mormont, qui appartient d'ailleurs à un niveau parfaitement synchronique; et, comme nous, il est convaincu que ces formes, et non celle représentée (fig. 6, *loc. cit.*) par Beushausen, sont bien les formes *typiques* de l'hypostome de l'*Homalonotus rhenanus*. La figure 6 de Beushausen pourrait toutefois appartenir à la même espèce, car elle en est, en réalité, fort proche voisine; les différences s'expliqueraient peut-être par l'âge, ou par le sexe, ou, peut-être, par la déformation des strates.

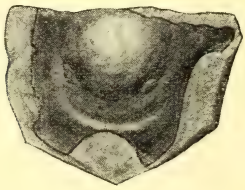


Fig. 1.

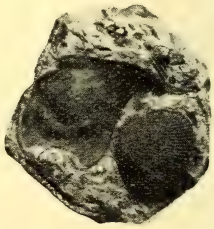


Fig. 2.

Fig. 1. — *Homalonotus rhenanus* Koch? — Hypostome. Reproduction de la figure 6, page 163 de Beushausen (*loc. cit.*). — Oberstadtfeld = untere Coblenzschichten. (Coll. Frech, Université de Breslau.)

Fig. 2. — *Homalonotus rhenanus* Koch. — Hypostome. Localité : Mormont. (Ahrien de base *Em1aα*.) (Coll. Mus. roy. d'Hist. nat. de Belgique.

Nous reproduisons ici la figure 6 donnée par Beushausen (*loc. cit.*, p. 163), et nous figurons en même temps le spécimen de Mormont afin d'en permettre la comparaison (voir fig. 1 et 2).

Les fragments (pygidiums et boucliers céphaliques) de l'*Homalonotus rhenanus* Koch étant particulièrement abondants au gîte de Mormont, ce fait contribue à justifier, dans une certaine mesure, les conclusions ci-dessus énoncées.

Albert et Alexandre Mary. — **Le problème de l'eau dans le Nord-Ouest du bassin de Paris.**

Le Secrétaire général résume le travail de nos deux savants confrères de France, et en propose l'insertion aux *Mémoires* de 1911.

A. Salée. — **Sur un polypier du Waulsortien de Sosoye.**

Sur le « Tienne de Sosoye », plateau qui couronne le récif waulsortien de Sosoye, dom Grégoire Fournier a recueilli un polypier d'un aspect assez étrange, qu'il a bien voulu nous demander d'étudier.

A première vue, on croit avoir sous les yeux un Zoanthaire massif dont les polypiérites se serrent les uns contre les autres (fig. 1).

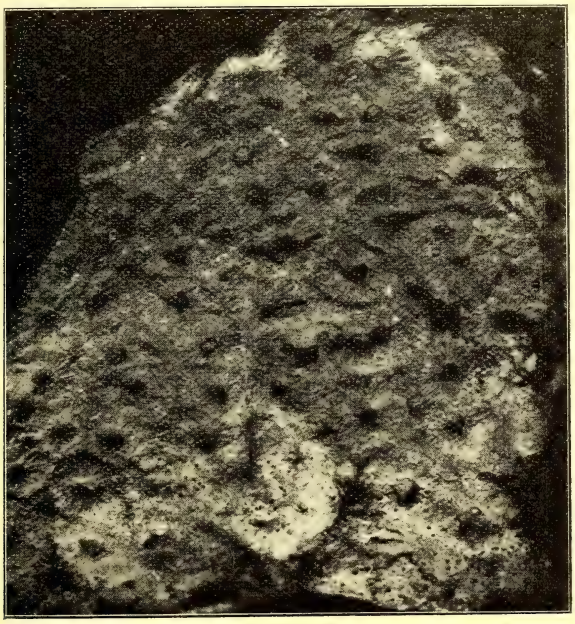


Fig. 1.

En y regardant de plus près, on reconnaît qu'il s'agit d'un *Syringopora* dont les polypiérites sont tous entourés d'une auréole cristalline fibro-radiée.

Nous ferons d'abord l'étude du polypier, puis nous dirons un mot de ce curieux phénomène de cristallisation.

Polypier.

Caractères externes : Tubes allongés d'environ $1^{mm}5$ de diamètre. Sauf aux points de bifurcation, ces tubes sont parallèles et très distants (environ 5 millimètres mesurés de paroi à paroi).

Ces polypiérites se multiplient par dichotomie, les deux branches de la fourche étant sensiblement aussi larges que la branche mère, et faisant chacune le même angle de divergence avec la direction primitive du polypiérite.

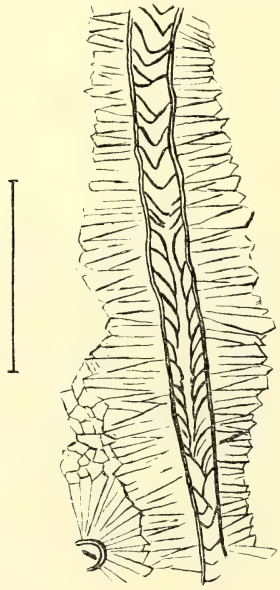


Fig. 2.

Ces dichotomies ne sont pas nombreuses. Les tubes verticaux sont réunis par des connexions tubuleuses de moindre diamètre (1 millimètre) réparties irrégulièrement et un peu obliques.

Caractères internes. — a) *Section verticale* (fig. 2) :

Muraille épaisse : $^1/_{10}$ du diamètre.

Les *planchers* en forme d'entonnoir sont régulièrement échelonnés

de part et d'autre. Ils descendent obliquement à partir de la muraille en dessinant une courbe convexe vers le haut et vers l'intérieur. Certains de ces entonnoirs successifs se ferment vers le bas; mais un bon nombre restent largement ouverts, leur paroi latérale allant rejoindre celle de l'entonnoir immédiatement inférieur; cette disposition, se continuant pour un certain nombre de planchers successifs, détermine la formation d'une sorte de canal, s'étendant parfois sur une longueur assez considérable, large de $^1/_3$ du diamètre total, et dont le fond est occupé par un entonnoir fermé. Les entonnoirs sont assez espacés.

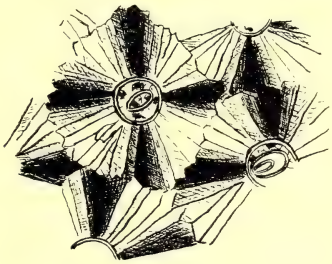


Fig. 3.

b) *Section horizontale* (fig. 3). — Au milieu de la section circulaire, faite perpendiculairement à l'axe d'un tube vertical, on voit généralement la coupe de deux ou trois entonnoirs emboîtés; ces coupes ne sont pas circulaires, mais elliptiques; les grands axes de ces ellipses ont la même orientation.

Nous rapportons cette espèce à la forme décrite par M. A. Vaughan sous le nom de *Syringopora* cf. *ramulosa* Goldfuss (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. LXI, 1905, p. 268).

Les caractères de l'échantillon que nous avons décrits sont bien ceux qui appartiennent aux *Syringopora* du type *ramulosa*, tels qu'ils ressortent de la redescription de M'Coy (*Brit. Palaeoz. Foss.*, 1851, p. 83) [1].

---

[1] On ne peut se rapporter à la description de De Koninck, comme le montre la récente discussion du genre *Syringopora* dans A. Wilmore, *On the Carboniferous Limestone of the Craven Fault.* (Quart. Journ. Geol. Soc., vol. LXVI, 1910, pp. 576 et seq.)

Or, le *circulus* du type *ramulosa* appartient au Viséen, d'après M. A. Vaughan (*loc. cit.*, p. 261), et de fait *Syr.* cf. *ramulosa* Vaughan n'est signalé en Angleterre que dans la zone S et au-dessus.

Déjà dom Grégoire Fournier avait fait ressortir l'affinité de la faune du récif de Sosoye avec la faune viséenne ([1]), et M. Vaughan, après examen des fossiles recueillis au même endroit et conservés au Musée de l'École abbatiale de Maredsous, a placé ce récif dans sa zone C_2 ([2]).

Rappelons aussi que G. Soreil ([3]), dans son levé de la feuille Bioul-Yvoir de la Carte géologique, place le récif de Sosoye à un niveau intermédiaire entre le marbre noir V1*a* et le calcaire de Neffe V2*a*.

Cristallisation.

Chaque tube est entouré d'un manchon de fibres de calcite cristallines, prismatiques, disposées perpendiculairement au long axe du tube et affectant une disposition nettement radiée (fig. 2).

Ces fibres prismatiques sont nettement visibles macroscopiquement.

Les tubes de connexion ont également leur manchon fibroradié.

Le manchon est ordinairement d'épaisseur un peu plus forte que le diamètre du tube.

Une coupe suivant le grand axe d'un tube montre que les différents prismes superposés n'ont pas tous la même orientation cristallographique; il y a une alternance assez régulière de prismes possédant sensiblement la même orientation avec des prismes s'écartant notablement de cette orientation.

Dans une coupe perpendiculaire au grand axe des tubes, chaque tube est entouré d'une auréole de prismes ayant leurs axes disposés de la même façon *par rapport à l'axe du tube.*

En nicols croisés, les prismes présentent l'extinction droite : il en résulte la formation d'une croix noire (fig. 3) qui va s'élargissant vers l'extérieur.

Quelques cristaux situés à l'intérieur de la muraille du polypiérite possèdent la même orientation que les prismes extérieurs; en s'étei-

---

([1]) G. Fournier, *Ann. Soc. géol. de Belgique,* t. XXIII, 1895, p. xliv. — Cf. Idem, *Ibid.*, t. XIX, 1892, Bull., p. 77.

([2]) A. Vaughan, *Faunal Correlation of the Dinantian of Belgium with the Avonian of Britain.* (Report of the British Association, Sheffield.) 1910.

([3]) *Carte géologique de la Belgique au 40 000e dressée par ordre du Gouvernement.* Feuille Bioul-Yvoir. — Cf. de Dorlodot, *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXIV (1910), p. 271, note 2.

gnant en même temps que ces derniers, ils prolongent la croix noire vers l'intérieur. Les prismes des manchons adjacents s'engrègent à leur partie distale.

Nous pensons que cette disposition très spéciale méritait d'être signalée; elle n'est pas dépourvue d'intérêt pour l'étude lithologique des roches waulsortiennes.

H. de Dorlodot. — Véritable nature des prétendus Stromatoporoïdes du Waulsortien.

Le mode de cristallisation, qui donne un faux air d'*Acervularia* au *Syringopora* que M. l'abbé Salée vient de mettre sous les yeux des membres de la Société belge de Géologie, est très fréquent dans les formations massives du facies waulsortien. Il peut donner naissance à des apparences fort trompeuses : c'est un phénomène de ce genre, en effet, qui a amené M. Ed. Dupont à voir, dans les « calcaires à veines bleues », des récifs construits par des Stromatoporoïdes, et tous les géologues belges à voir, à la suite de M. Dupont, des Stromatoporoïdes là où il n'y a en réalité que des bryozoaires et des cristaux.

C'est en 1882 que M. Dupont fit connaître les conclusions auxquelles l'avait amené l'étude comparative du Calcaire carbonifère de la région waulsortienne et des formations coralligènes du Frasnien. Dans son *Explication de la feuille de Ciney*, il s'exprime comme suit (pp. 20-21) :

> Quand on étudie attentivement les calcaires à veines bleues de l'étage de Waulsort, on les voit principalement formés de petites masses bleu foncé, disposées en lames irrégulièrement concentriques, radiées, formées de calcaire cristallisé, juxtaposées ou enchevêtrées les unes dans les autres, associées à de nombreuses *Fenestella* et entourées de calcaire pâle plus compact renfermant beaucoup d'articles de crinoïdes. Je les avais appelées antérieurement *noyaux spathiques radiés*.
>
> Le rapprochement de ces petites masses cristallines, dont la structure intime a presque toujours disparu, avec des calcaires dévoniens analogues dont le microscope dévoile nettement la nature organique, m'amena récemment à en soupçonner l'identité d'origine. Des exemplaires bien choisis me montrèrent en effet que les calcaires veinés de l'étage de Waulsort sont réellement le résultat d'une agglomération de Stromatoporoïdes que je figurerai ultérieurement.

Le 3 février 1883, M. Dupont exposa à l'Académie [1] ses vues au sujet des origines du Calcaire carbonifère de la Belgique. Il y déve-

---

[1] Ed. Dupont, *Sur les origines du Calcaire carbonifère de la Belgique*. (Bull. Acad. roy. de Belgique, 3e sér., t. V, 1883, pp. 211-229.)

loppe les analogies auxquelles il faisait allusion dans le passage précédent :

En 1880, dit-il (p. 212), au cours de mes explorations dans le dévonien, je fus frappé des analogies pétrographiques entre le calcaire connu sous le nom de marbre Sainte-Anne et le calcaire à veines bleues de Waulsort, qui constitue la partie moyenne du Calcaire carbonifère, l'un et l'autre se caractérisant en outre par leur structure massive. Il était facile de reconnaître que ce marbre Sainte-Anne tenait son faciès de la présence de Stromatopores et de Stromatoporoïdes en agglomérations serrées, et il n'était dès lors que naturel de se demander si ce n'était pas aux mêmes circonstances que le calcaire de Waulsort devait ses analogies avec lui L'étude faite à ce nouveau point de vue mit bientôt en évidence que le calcaire waulsortien avec ses apparences concrétionnées qui me l'ont fait appeler en 1862 (1), calcaire à noyaux spathiques radiés et avec les marbrures bleues qui le sillonnent, est constitué de son côté par une agglomération d'organismes voisins des *Stromatactis* des récifs de marbre rouge dévoniens. Ces organismes prennent place dans le groupe plus ou moins définitif des Stromatoporoïdes. J'ai donné le nom de *Stromatocus bulbaceus* à ceux qui ont la forme de noyaux radiés et de *Ptylostroma fibrosa* à ceux qui se présentent à l'état de veines bleues.

Appliquant à leur étude la méthode qui m'a permis antérieurement de définir avec précision l'agencement des éléments constitutifs de ces sortes de roches, je fis exécuter dans les ateliers du Musée des plaques minces de grandes dimensions qui démontrèrent que les calcaires marbrés de Waulsort sont entièrement constitués par un amas serré de ces *Stromatocus* et *Ptylostroma* sur la surface desquels sont collées d'innombrables *Fenestella* Quant aux coralliaires, ils y ont joué un rôle à peu près nul Ils se réduisent à l'*Amplexus coralloïdes* et à de rares exemplaires de quelques formes que M. de Koninck a décrites en 1872 (2).

La même année, M. Dupont publia son *Explication de la feuille de Dinant :* c'est dans ce travail que ses vues sur les récifs coralliens du Calcaire carbonifère sont exposées avec le plus de détails. A propos du n° 8 de la coupe typique de la montagne d'Anseremme à Falmignoul, il écrit pp. 10-11) :

L'étude micrographique montre cette roche composée de deux organismes simulant des concrétions et correspondant aux deux faciès calcaires associés pour la former. L'organisme qui se présente à l'état de calcaire gris-blanc subcompact est le *Stromatocus bulbaceus* et celui qui apparaît sous l'aspect de bandes bleues radiées est le *Ptylostroma fibrosa*. Il faut y joindre les nombreuses *Fenestella* appliquées, comme de fines dentelles, sur leurs surfaces, et qui se traduisent dans les préparations par une suite de pores reliés par des membranes délicates, puis quelques coralliaires représentés par l'*Amplexus coralloïdes*, et, enfin, des poches restreintes renfermant du calcaire grenu avec articles de crinoïdes et souvent de très belles et nombreuses coquilles des diverses classes.

Ce calcaire *Wm* a toujours une structure massive, souvent fissurée, parfois fragmentaire, mais sans apparence de stratification. Par là encore, il se rapproche des

(1) « *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, t. XV, p. 100, 1863. »
(2) « *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, t. XXIX, 1872. »

calcaires devoniens construits : calcaire à *Pachystroma*, marbre rouge ou calcaire à *Stromatactis*, marbre Ste-Anne ou calcaire à *Dicpora* (1). Avec la dolomie *Wo* qui n'en est qu'un facies d'altération provenant de l'élimination de l'excès de carbonate de chaux, il représente la roche construite des récifs coralliens de la région.

De la comparaison de ces diverses citations, il nous semble résulter que, dans le cours de l'année 1883, M. Dupont a quelque peu modifié sa manière de voir au sujet de la signification du terme *Stromatocus bulbaceus*. Il apparaît, en effet, qu'il a employé d'abord ce terme pour désigner ce qu'il nommait, en 1862, « noyaux spathiques radiés » (2), noyaux radiés qu'il décrit d'ailleurs (3) comme « formés de petites masses *bleu foncé*, disposées en lames irrégulièrement concentriques, *radiées*, *formées de calcaire cristallisé*, juxtaposées ou enchevêtrées les unes dans les autres », et qu'il réservait alors le nom de *Ptylostroma fibrosa* aux marbrures « qui se présentent à l'état de *veines* bleues » (4). Par contre, dans l'*Explication de la feuille de Dinant*, *Stromatocus bulbaceus* est décrit comme « l'organisme qui se présente à l'état de calcaire *gris-blanc subcompact* », *Ptylostroma fibrosa* comme « celui qui apparaît sous l'aspect de *bandes bleues radiées* » (5). En d'autres termes, *Ptylostroma fibrosa* comprend désormais ce qui avait été décrit auparavant sous le nom de *Stromatocus bulbaceus*, aussi bien que ce qui avait été désigné sous le nom de *Ptylostroma fibrosa*, et le nom *Stromatocus bulbaceus* serait devenu sans emploi, si l'auteur n'avait trouvé bon de l'appliquer à un tout autre objet, c'est-à-dire « au calcaire pâle plus compact », qui, d'après l'*Explication de la feuille de Ciney* (6), entoure les Stromatoporoïdes et les *Fenestella* et englobe, en outre, beaucoup d'articles de crinoïdes.

C'est avec raison que M. Dupont abandonnait la distinction qu'il avait crue essentielle entre les deux phénomènes qu'il désignait respectivement, dès 1865 (7), sous les noms de « veines bleues » et de

---

(1) « *Les îles coralliennes de Roly et de Philippeville.* (Bull. du Musée roy. d'Hist. nat. de Belgique, t. I, 1882 p 92) »

(2) *Sur les origines, etc* , texte cité plus haut.

(3) *Explication de la feuille de Ciney*, texte cité plus haut.

(4) *Sur les origines, etc.*, texte cité plus haut.

(5) *Explication de la feuille de Dinant*, texte cité plus haut.

(6) Texte cité plus haut.

(7) Ed. Dupont, *Essai d'une carte géologique des environs de Dinant.* (Bull. Acad. roy. de Belgique, 2e sér., t XX, 1865. pp 616-655.) — Voir spécialement la page 625, où le « Calcaire à veines bleues » définit les termes III*b* et III*d*, le « Calcaire à veines bleues et blanches », le terme III*e*, et le « Calcaire à noyaux spathiques radiés », le terme IV*b*. D'après ce qui est décrit à la page 628 *et alibi*, on peut voir que ce dernier a son type, d'après M. Dupont, au Tienne des Pauquys.

« noyaux spathiques radiés ». Quoique ces aspects, lorsqu'ils sont bien caractérisés, soient réellement différents, il existe entre eux des passages qui montrent déjà, même abstraction faite de toute notion précise sur leur origine, qu'il ne s'agit là que de modalités variées d'un phénomène dû à une cause essentiellement identique. Mais M. Dupont a été moins bien inspiré en attribuant le nom, devenu vacant, de *Stromatocus bulbaceus* au calcaire blanc subcompact qui occupe l'espace laissé libre par les marbrures souvent bleuâtres et à texture plus cristalline. La structure de ces parties n'a pas même une fausse apparence de structure organique, si l'on entend par structure organique la structure d'un organisme et non simplement la structure d'une roche qui contient un certain nombre d'éléments d'origine organique : elle ne diffère pas de la structure d'autres roches waulsortiennes massives ou stratifiées, qui se rangent dans la catégorie des roches réunies par M. Dupont sous le symbole *Wn*. Quant à leur forme, elle dépend de la forme et de la disposition des autres constituants de la roche, et principalement des « veines bleues » et des « noyaux radiés », puisqu'elle remplit leurs intervalles. Si l'on considère ces derniers, à la suite de M. Dupont, comme des organismes et si on les désigne sous le nom de *Ptylostroma*, il faudrait dire simplement que le « calcaire gris-blanc subcompact » est la pâte fondamentale dans laquelle sont engagés les *Ptylostroma* aussi bien que les autres restes d'organismes et, notamment, les débris de crinoïdes. Peut-être pourrait-on ajouter cependant que cette pâte devient généralement plus compacte que dans le reste de la roche, lorsqu'elle est engagée dans les mailles d'un lacis serré de *Ptylostroma*. Si les *Ptylostroma* sont contournés, de façon à entourer certains espaces, cette pâte pourra prendre une forme plus ou moins globuleuse; si, au contraire, les *Ptylostroma* s'étendent en bandes seulement un peu ondulées et plus ou moins parallèles, la pâte qui les sépare s'étendra également sous forme de bandes aplaties, et on aura sous les yeux l'aspect désigné en 1865 par M. Dupont sous le nom de « calcaire à veines bleues et blanches » ([1]), roche qui, par son apparence zonaire, a surtout contribué, pensons-nous, à accréditer la théorie de M. Dupont sur l'origine stromatoporoïdique des calcaires massifs du Waulsortien.

D'après ce que nous venons de dire, la lithogénie des calcaires massifs du facies waulsortien se réduit à deux questions principales : *a*) l'origine des *Ptylostroma*, en donnant à ce terme l'extension qu'il a

---

([1]) Voir la note précédente.

reçue dans l'*Explication de la feuille de Dinant* et qu'il a conservée depuis, et *b*) l'origine de la pâte ou masse fondamentale, soit qu'elle se présente en plages limitées par suite de l'abondance des *Ptylostroma*, soit qu'elle s'étende pour ainsi dire indéfiniment, englobant seulement quelques *Ptylostroma* disséminés ou même n'en englobant pas du tout.

La solution de cette seconde question ne serait pas la moins importante pour l'histoire du facies waulsortien. Nous avons reconnu, en effet, que si les calcaires à veines bleues abondantes constituent la forme la plus caractéristique des roches massives de ce facies, néanmoins il n'est pas rare d'observer des massifs considérables qui, sur de grands espaces, ne présentent rien qui rappelle les marbrures bleues, ou *Ptylostroma* de M. Dupont. Ces « calcaires récifaux » sans *Ptylostroma* passent d'ailleurs par d'innombrables intermédiaires contenant des *Ptylostroma* à tous les degrés d'abondance, à des calcaires à *Ptylostroma* tellement touffus que ces derniers paraissent former la charpente de la roche. Il semble résulter de là que les *Ptylostroma*, bien qu'ils jouent souvent un rôle très important dans la constitution des calcaires massifs dits « récifs waulsortiens », ne sont cependant pas nécessaires à l'existence de ces « récifs ». Nous avons cherché, pour échapper à cette conclusion, si l'on ne pourrait expliquer l'absence des « veines bleues » par un phénomène d'altération, qui aurait décoloré la roche et modifié sa texture. De fait, nous avons constaté que les teintes foncées des marbrures peuvent parfois s'atténuer jusqu'à disparaître, alors qu'un examen plus attentif permet encore de constater la texture des *Ptylostroma ;* mais des observations poursuivies avec soin sur le terrain nous ont obligé à reconnaître que ce cas est très loin d'être général et que, le plus souvent, là où les marbrures bleues font défaut, il n'y a rien non plus qui rappelle la texture très spéciale des *Ptylostroma*, bien que la roche puisse présenter une texture subsaccharoïde ou contenir des parties qui présentent pareille texture. La conclusion ci-dessus énoncée nous paraît donc inéluctable.

Mais il y a plus. Comme on le sait par les travaux de la Vallée Poussin et par les nôtres, les « récifs waulsortiens » passent latéralement à des bancs bien stratifiés, qui viennent se souder avec la roche massive, ou, pour mieux dire encore, se fondre avec elle. Dans la partie inférieure du Waulsortien, les roches stratifiées, généralement riches en crinoïdes, sont assez différentes, au point de vue lithologique, de la roche du « récif ». Par contre, certains facies des roches stratifiées de la partie supérieure du Waulsortien sont très semblables au facies des roches massives dépourvues des « veines bleues », et, lorsque ces roches

stratifiées avoisinant un pareil massif sont dépourvues de cherts, on voit parfois la roche massive passer latéralement à un complexe présentant un aspect nettement stratifié grâce à sa division en bancs, mais ne différant en rien de la roche massive au point de vue lithologique. Ce fait, qui n'est pas rare, peut s'observer notamment dans une grande carrière voisine du village de Furfooz. Après avoir cherché en vain à trouver une différence lithologique quelconque entre les deux roches, nous nous sommes adressé aux ouvriers, qui nous ont affirmé qu'il n'y a absolument aucune différence entre les deux pierres, sinon qu'elle « se met à bancs » d'un côté de la carrière, ce qu'elle ne fait pas à l'autre bout. Les faits de ce genre ne sont pas propres au Waulsortien : on en observe du même genre dans le facies urgonien des Alpes et du Jura.

Des faits que nous venons de décrire, nous pouvons conclure que certaines roches massives du Waulsortien et ce que nous avons nommé la pâte fondamentale des autres ont la même origine que certaines roches nettement stratifiées de la partie supérieure du Waulsortien.

Il en est de même des *Stromatocus bulbaceus* de l'*Explication de la feuille de Dinant*, puisque ces prétendus organismes ne sont autre chose que des portions délimitées de la masse fondamentale.

Venons-en maintenant aux *Ptylostroma*. Vues en coupe, ces « veines bleues » se présentent le plus souvent sous forme de bandes irrégulièrement ondulées à structure cristalline : elles peuvent courir plus ou moins parallèlement entre elles, séparées alors par des bandes également étroites et allongées de calcaire plus pâle et plus compact; fréquemment aussi, deux veines bleues voisines se rapprochent au point de se mettre en contact, ou même de ne plus former qu'une bande unique, du moins sur un certain parcours, ce qui pourrait s'exprimer aussi en disant que les bandes bleues peuvent se bifurquer et s'anastomoser, de façon à limiter des espaces de forme très irrégulièrement lenticulaire. La forme « assez globuleuse » que de la Vallée Poussin, à la suite de M. Dupont, attribue aux *Stromatocus bulbaceus*, c'est-à-dire à la matière qui remplit ces espaces, est loin d'être la règle; elle peut exister réellement là où les *Ptylostroma* sont orientés irrégulièrement dans tous les sens; mais des observations faites sur des coupes plus ou moins parallèles à la surface moyenne des veines bleues peuvent donner lieu à des apparences de ce genre, par suite des ondulations des veines.

L'aspect régulièrement ou irrégulièrement zonaire qui résulte de la disposition relative des « veines bleues » est accentué par le fait que

ces bandes ont elles-mêmes une texture zonaire. Les bandes à texture sub-saccharoïde, connues sous le nom de « veines bleues », se montrent, en effet, subdivisées en zones plus minces par des surfaces plus ou moins nettes, parallèles à leurs limites; il arrive aussi que ces bandes ne sont pas uniformément de teinte foncée, mais que certaines portions sont dépourvues de matière colorante et présentent la teinte blanchâtre de la calcite : ces portions non colorées ont une tendance très accentuée à former de minces traînées parallèles à la direction des zones. On voit fort bien aussi, même à l'œil nu, que les petits cristaux sont orientés perpendiculairement à la surface des zones. Il en est encore ainsi lorsque les « veines bleues » se recourbent.

C'est à des courbures très prononcées de ces complexes que sont dus les phénomènes désignés par M. Dupont, en 1865, sous le nom de *Stromatocus bulbaceus;* les cristaux de la zone la plus interne convergent alors vers le centre de courbure ou vers une ligne de faible longueur qui remplace ce centre. Souvent, dans ces sortes de formations, la partie centrale est dépourvue de la coloration bleue, qui peut d'ailleurs faire défaut aussi dans des zones plus externes, et le caractère cristallin est souvent plus apparent à première vue que dans les « veines bleues » ordinaires. Il arrive aussi que les cristaux de la zone interne n'arrivent pas jusqu'au centre du « noyau radié », et que la partie centrale est occupée alors par une masse cristalline à cristaux plus volumineux que ceux qui constituent les zones concentriques.

Il semblait que la structure zonaire de ces diverses formations devait être dérivée d'une texture originairement organique, fortement modifiée par des phénomènes diagénétiques. La conviction de M. Dupont sur ce point fut partagée par tous les géologues belges qui s'occupèrent de cette question. Je crois avoir interprété exactement la pensée de ces derniers, en même temps que la mienne, lorsque j'écrivais en 1895 (1) :

L'examen microscopique de ces roches, il est vrai, ne permet d'y reconnaître aucun caractère de la structure propre aux Stromatoporoïdes. C'est ce qu'avaient déjà constaté M. Renard et M. de la Vallée, et ce que M. Nicholson a confirmé. Rappelons que M. Nicholson est arrivé au même résultat négatif en ce qui concerne les *Stroma-*

---

(1) H. de Dorlodot, *Le Calcaire carbonifère de la Belgique et ses relations avec celui du Hainaut français.* (Ann. Soc. géol. du Nord, t. XXIII, 1895, pp. 201-313), p. 232, en note. — Ch. de la Vallée me déclara que sa manière de voir ne pouvait être exprimée plus exactement que je ne l'avais fait dans les lignes reproduites ici.

tactis (1) des marbres rouges frasniens. (*A monograph of the British Stromatoporoïds*, p. 24. Paleont. Soc., Vol. for 1885.) — Mais ce résultat prouve simplement que le métamorphisme a fait disparaître la fine texture de ces organismes constructeurs. Sans doute, dans ces circonstances, on ne peut rien affirmer d'absolument certain sur les relations zoologiques de ces organismes; mais les zones parallèles et ondulées, qui forment leur trait le plus frappant et qui se voient fort bien à l'œil nu dans les beaux échantillons, tendent à faire croire que, de tous les organismes mieux connus, les Stromatoporoïdes sont ceux avec lesquels les constructeurs de nos récifs carbonifères présentent le plus de ressemblance.

En écrivant ces lignes, nous avions en vue les *Ptylostroma*, dans l'acception large que donne à ce terme l'*Explication de la feuille de Dinant*, car jamais nous n'avons eu grande foi aux *Stromatocus* tels que les entend ce travail (2). Et, même lorsque nous eûmes acquis la conviction absolue que ces *Stromatocus* ne sont que des portions de la roche fondamentale limitées par des *Ptylostroma*, nous ne pouvions nous empêcher de continuer à considérer ces derniers comme des squelettes fortement recristallisés d'organismes constructeurs.

C'est pendant la saison de 1901 que notre manière de voir se modifia à ce sujet. Ayant consacré cette saison à l'exploration détaillée des planchettes d'Hastière et de Dinant, nous eûmes l'occasion de faire d'innombrables observations sur le calcaire waulsortien à veines bleues. Lorsque cette roche est arrivée à un certain degré d altération, on arrive facilement à la cliver suivant les surfaces qui limitent les zones des *Ptylostroma*. Nous fûmes frappé de voir se dessiner invariablement sur ces surfaces de clivage le fin réseau d'une *Fenestella*. Notre attention étant ainsi attirée, nous apprîmes à reconnaître l'aspect spécial que présentent les *Fenestella* vues par leur tranche. Nous pûmes

---

(1) Des observations que nous avons faites avec M. F. Kaisin nous ont montré que les *Stromatactis* de M. Dupont sont également le résultat de cristallisations semblables à celles qui ont donné naissance aux *Ptylostroma* : l'analogie signalée par M. Dupont entre les *Stromatactis* et les *Ptylostroma* est donc fondée. Néanmoins les marbres rouges du Frasnien sont de véritables calcaires coralliens, comme l'avait fait remarquer G. Dewalque, bien avant M Dupont. Ils contiennent de nombreux polypiers appartenant aux familles des Cyathophyllides et des Favositides, et c'est sur des polypiers que sont généralement implantées les rangées cristallines qui ont été prises par M. Dupont pour des Stromatoporoïdes et qu'il a baptisées du nom de *Stromatactis*.

(2) Les *Stromatocus* dont nous indiquons la présence dans la tranchée de la route de la station de Gendron-Celles à Hulsonniaux (*Le Calcaire carbonifère des Fonds-de-Tahaux et de la vallée de la Lesse*. [Ann. Soc. Géol. de Belgique, t. XXVII, 1900, Mém., p. 194]), sont des *Stromatocus dans le sens que M. Dupont donnait à ce terme en février 1883*.

reconnaître ainsi non seulement que les *Fenestella* ne se trouvent pas uniquement à la surface des *Ptylostroma*, comme semble le croire M. Dupont, mais que *la texture zonaire des Ptylostroma* n'a pas d'autre raison d'être que la présence dans leur sein des fines dentelles de ces bryozoaires; la forme des veines bleues, leurs bifurcations et leurs anastomoses, leurs élargissements et leurs contournements qui donnent naissance aux « noyaux spathiques radiés », en un mot *toutes les variétés de leur forme et de leur structure* dépendent de la disposition et du mode d'association des *Fenestella*. Il restait à nous assurer que la texture sub-saccharoïde des zones limitées par les *Fenestella* n'était pas due, comme cela arrive si souvent, au remplissage par de la calcite cristalline, des cavités des tissus d'organismes qui auraient occupé les espaces séparant les *Fenestella*. Cette hypothèse ne devait pas être repoussée *a priori* : la dépendance constatée aurait pu s'expliquer, s'il avait été dans la nature de ces organismes de vivre fixés sur des bryozoaires. Une suite d'observations microscopiques, d'études de plaques polies traitées par des acides faibles et de contre-épreuves exécutées sur du marbre blanc et sur de la calcite cristalline obtenue par précipitation de ses solutions nous ont donné à ce sujet une assurance absolue. Nous ne décrirons pas ici le détail de ces recherches, qui ont été exécutées, en grande partie, par M. F. Kaisin et que ce dernier compte faire connaître en même temps que les nouvelles observations qu'il poursuit sur la structure microscopique de nos roches dinantiennes. Disons seulement que les préparations microscopiques, comme les plaques traitées par les acides, montrent clairement — ce que d'ailleurs on peut déjà entrevoir à la loupe sur de beaux échantillons — que les cristaux qui constituent les *zones* des *Ptylostroma* de M. Dupont sont implantés par leur base sur les *Fenestella* et sont généralement en contact immédiat les uns avec les autres. Leurs extrémités libres terminées en pyramides allongées s'emboîtent fréquemment dans les vides laissés entre les extrémités de la rangée qui leur fait face et qui est implantée sur le feuillet voisin de *Fenestella*, de façon à remplir tout l'espace qui sépare les deux feuillets. Comme on le voit, les *Ptylostroma fibrosa* de M. Dupont ne sont que des amas de *Fenestella* dont les surfaces ont été recouvertes de revêtements cristallins, tout à fait comparables, malgré les dimensions beaucoup plus faibles des cristaux, aux revêtements cristallins qui donnent une apparence de zoanthaire au *Syringopora* de Sosoye signalé par M. Salée.

Il resterait à savoir à quelle époque se sont formés ces enduits cristallins : sont-ils contemporains du dépôt, ou se sont-ils formés seule-

ment plus tard par un phénomène tardif de diagenèse? Il est sans doute difficile de donner à cette question une réponse tout à fait certaine. Nous dirons néanmoins ce qui nous paraît le plus probable.

Précisons d'abord la portée de la question. Nous ne prétendons nullement que les cristaux de *calcite* tels que nous les observons aujourd'hui sont contemporains du dépôt. D'après les données que l'on possède, il semble que le carbonate de calcium qui se forme par double échange dans les mers chaudes ne doit se précipiter que sous forme d'aragonite [1]. Nous nous demandons donc simplement s'il faut admettre que les *Syringopora* de Sosoye et les *Fenestella* des calcaires à veines bleues du facies waulsortien se sont recouverts d'un revêtement cristallin de carbonate de calcium, probablement sous forme d'aragonite qui plus tard aurait recristallisé sous forme de calcite, selon un mode de transformation fort fréquent.

Cette réserve faite, nous sommes tenté de donner à la question une réponse affirmative. Car, d'une part, si les cristaux de calcite se sont développés par une diagenèse tardive aux dépens du calcaire de la roche, on ne voit pas pourquoi le même phénomène ne se serait pas produit partout où l'on rencontre des *Fenestella* au sein de roches calcaires, alors qu'il se produit régulièrement autour des *Fenestella* du moment où elles se trouvent dans du calcaire massif de facies waulsortien. Pour expliquer ce fait, il faut nécessairement admettre que ce phénomène dépend des conditions du dépôt, et il serait difficile de rendre compte de cette dépendance si l'on n'admet qu'il s'est produit

---

[1] Voir à ce sujet : G. Linck, *Die Bildung der Oolithe und Rogensteine* (Neues Jahrb., Beilage-Band XVII, 1903, pp. 495-513) — Nous n'osons cependant être tout à fait affirmatif à ce sujet. Il est certain, en effet, qu'il se forme dans les boues du fond des mers, du moins en certaines circonstances, par le même procédé de double échange, du carbonate de magnésium en même temps que du carbonate de calcium. (J. Walther, *Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft*, p. 661. *Conf.* J. Walther und P. Schirlitz, *Studien zur Geologie des Golfes von Neapel*. [Zeitschr. der Deutsch. Geol. Ges., Band XXXVIII, 1886, pp. 334 et 337.]) Or le carbonate double de calcium et de magnésium, pas plus que le carbonate de magnésium, ne possède le polymorphisme propre au carbonate de calcium. Si donc le carbonate de calcium associé au carbonate de magnésium prend régulièrement naissance sous la forme rhomboédrique au fond de nos mers, et cela dans un milieu ammoniacal, alors que la précipitation du carbonate de magnésium dans de pareilles conditions est tout à fait exceptionnelle au laboratoire, on peut se demander s'il ne se rencontre pas, dans la nature, des conditions qui permettraient au carbonate de calcium, même non associé au carbonate de magnésium, de se précipiter sous forme de calcite par double échange opéré dans un milieu salin et à la température des mers des régions chaudes.

dès l'origine des auréoles cristallines de carbonate de calcium autour de ces organismes. En second lieu, nous remarquons que la couleur foncée due à la conservation de la matière charbonneuse est essentiellement limitée à ces auréoles cristallines, tandis que le reste de la roche est généralement de teinte très pâle. Or l'élimination des matières organiques, capables de se transformer en matière charbonneuse, suppose une abondance d'oxygène qui n'a pu se rencontrer au sein de la roche après sa formation. Nous croyons pouvoir conclure que les circonstances qui ont retenu la matière organique au voisinage des squelettes des bryozoaires du Waulsortien étaient réalisées, avant que le dépôt ne fût mis à l'abri de l'eau marine chargée d'oxygène qui a déterminé la destruction totale des matières organiques dans le reste du dépôt. La matière occupant l'espace représenté aujourd'hui par les « veines bleues » devait donc être, dès cette époque, nettement différenciée de celle qui occupait l'espace environnant.

Si l'on admet cette conclusion, on pourra se demander quelles circonstances spéciales ont pu déterminer la formation d'auréoles d'aragonite autour des *Fenestella* des calcaires massifs du facies waulsortien. Nous ne pensons pas qu'il puisse être question de supposer une sursaturation de l'eau de mer par le carbonate de calcium ; on sait aujourd'hui que, même au voisinage des récifs coralliens, cet état de sursaturation ne se réalise pas. C'est donc à l'hypothèse d'un double échange entre les sels de calcium en solution dans l'eau marine et les carbonates, et principalement le carbonate d'ammonium provenant de la décomposition des organismes, qu'il convient d'avoir recours. Si nous ajoutons que le carbone que nous retrouvons sous forme de carbonate est loin de représenter tout le carbone de la matière organique qui se décomposait en cet endroit, comme le prouve le résidu de matière anthraciteuse qui donne leur coloration aux « veines bleues », nous arriverons à la conclusion que les *Fenestella* ont été littéralement plongées, après leur mort et avant leur enfouissement définitif, dans un milieu cadavérique. Cela suppose une grande profusion de la vie animale dans les « récifs à veines bleues » et spécialement, croyons-nous, l'existence de nombreux organismes mous.

Il est bien probable que ce mode de précipitation du carbonate de calcium et parfois du carbonate double de calcium et de magnésium [1],

---

[1] Voir la théorie que nous avons proposée sur l'origine de nos dolomies carbonifères dans notre *Description succincte des assises du Calcaire carbonifère de la Belgique et de leurs principaux facies lithologiques*. (Bull. Soc. belge de Géol., t. XXIII, 1909, Mém., pp. 178-179.)

par double échange entre les sels de calcium et de magnésium contenus dans l'eau de la mer et les carbonates provenant de la putréfaction des cadavres d'organismes, se sont produits ailleurs qu'au voisinage des *Fenestella ;* mais, ne trouvant pas ailleurs la même surface d'implantation pour les cristaux en voie de formation, et s'y trouvant sans doute aussi plus mélangés à la boue constituée par des éléments calcareux ayant une autre origine, les produits précipités n'ont pu cristalliser aussi régulièrement. C'est peut-être à la formation de petits cristaux par ce procédé qu'il faut attribuer en partie la structure sub-saccharoïde de beaucoup de roches waulsortiennes, et il nous paraît bien probable que c'est à des phénomènes de ce genre que les « récifs waulsortiens » doivent la consistance que leur roche paraît avoir possédée dès l'origine, et qui seule, nous semble-t-il, peut rendre compte du grand développement vertical qui les faisait proéminer au-dessus du niveau des dépôts stratifiés du même âge. Ne savons-nous pas que, même dans les mers tempérées, ces phénomènes de double échange déterminent une cimentation rapide des dépôts meubles, là où une riche végétation sous-marine attire de nombreux animaux dont les cadavres se putréfient sur place [1]? Et il ne peut être douteux, pensons-nous, que telle est aussi la principale cause de la rapide consolidation de la roche des récifs coralliens actuels.

Sans doute, la présence de nombreuses *Fenestella* a contribué grandement à donner au *calcaire à veines bleues* et à *noyaux spathiques radiés* les caractères d'un calcaire construit. Ces innombrables dentelles formaient comme un filet serré, dans les mailles duquel restaient emprisonnés les éléments qui s'y développaient, qui y tombaient du sein de la mer, ou qui y étaient refoulés par le mouvement des flots : elles formaient la charpente de l'édifice qui s'élevait ainsi au-dessus des dépôts environnants, et dont la surface, grâce surtout à cette charpente, devait prendre des formes très irrégulières. Notons d'ailleurs que si nos inductions sont fondées, les éléments de la charpente, d'abord fort délicats, devenaient bientôt beaucoup plus résistants lorsque leurs faisceaux s'étaient transformés en *Ptylostroma*. Il n'est donc pas étonnant que les « calcaires à veines bleues » et à « noyaux spathiques radiés » et les dolomies correspondantes soient les roches du facies waulsortien qui présentent de la façon la plus constante et la

---

[1] J. Thoulet, *De la genèse des roches sous-marines connues sous le nom de mattes.* Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences, t. CL, 1910, p. 421.)

plus tranchée les caractères des roches construites. Sans doute on observe parfois, comme nous l'avons dit, des roches massives sans *Ptylostroma* sur des espaces assez étendus; mais ces roches manifestent une certaine tendance à passer à des roches stratifiées *de même nature lithologique*, et partout où le facies waulsortien est bien caractérisé, partout où il donne aux dépôts une puissance très supérieure aux dépôts du même âge, on rencontre toujours des calcaires massifs à *Ptylostroma*, soit seuls, soit associés à d'autres facies massifs ou stratifiés. Si l'on excepte certains facies de dolomie massive qui paraissent dériver du calcaire à *Ptylostroma*, nous pensons qu'on ne s'éloignerait pas beaucoup de la vérité en disant que, dans une étendue donnée, le caractère waulsortien de l'ensemble des dépôts et leur développement en puissance est proportionnel à l'abondance du calcaire à *Ptylostroma*.

En insistant sur l'importance qu'ont eue, dans le Waulsortien, la présence d'abondantes *Fenestella* et les précipitations contemporaines du dépôt provoquées par la putréfaction des animaux et spécialement des animaux mous, nous ne nous faisons pas l'illusion de croire que nous avons dit le dernier mot sur l'origine des roches massives de ces curieuses formations. Il est clair que, outre les éléments qui peuvent être d'origine chimique, de nombreux éléments d'origine organique entrent dans la constitution de ce que nous avons nommé la masse fondamentale des calcaires massifs du Waulsortien. De nombreuses et délicates recherches micrographiques seront nécessaires avant qu'on ne puisse se prononcer sur la nature des organismes qui ont pris une part prépondérante à la constitution de cette masse. Nous croyons pouvoir exclure dès maintenant les Polypes (Cœlentérés). Nous n'ignorons pas que l'action de l'eau douce peut réduire le sclérenchyme composé d'aragonite des coralliaires, en particules impalpables de calcite [1], dont il serait impossible de déceler l'origine première; mais le bon état de conservation des polypiers (Tétracoralliaires, notamment *Amplexus*, et Tabulés, notamment *Syringopora*), que l'on observe parfois au sein des calcaires à veines bleues, ne permet pas de supposer que pareille dissociation se soit produite au sein de ces roches. Les Mollusques qu'on y rencontre, parfois en abondance, sont généralement bien conservés : on n'en voit guère de débris

---

[1] H.-C. Sorby, *Anniversary address of the President.* (Quart. Journ. of Geol. Soc., vol. XXXV, 1879, p. 71.)

fragmentaires. Les Trilobites sont souvent entiers. Les articles de crinoïdes, parfois abondants, indiquent que ces Échinodermes se sont établis sur certaines parties de la masse en voie de construction, comme ils le faisaient, surtout pendant la première partie du Tournaisien supérieur, sur leur pourtour; mais si les articles que l'on trouve au sein du calcaire massif sont souvent disséminés, ils sont en général peu fragmentés : nous aurions donc peine à croire, sans autre preuve, que les éléments du calcaire subgrenu ou plus compact proviennent généralement de la trituration des plaques d'Échinodermes. Il n'est pas rare de voir, dans les préparations microscopiques des calcaires massifs waulsortiens, des Foraminifères bien reconnaissables. Jusqu'à plus ample informé, nous tenons comme probable que ces organismes inférieurs ont joué un rôle considérable dans la construction des calcaires massifs du facies waulsortien. L'analogie des formations waulsortiennes avec les formations massives du Trias alpin et avec les formations urgoniennes permet aussi de demander si une part importante ne doit pas être attribuée également aux végétaux calcaréogènes.

En terminant, nous croyons devoir insister sur un caractère du Waulsortien, sur lequel on n'a pas encore, pensons-nous, attiré l'attention *au point de vue des conditions spéciales du milieu où a été élaboré ce facies.* Nous voulons parler de la teinte généralement très pâle des dépôts. Partant de la teinte bleue des *Ptylostroma*, nous avons montré que les matières organiques capables de donner un résidu charbonneux abondaient, ce que confirment d'ailleurs les caractères stratigraphiques de ces formations qui obligent à les ranger dans le genre des formations zoogènes (incl. phytogènes), bien qu'on ne puisse préciser encore quels ont été les organismes qui les ont construites. Les Gastropodes, que leurs affinités zoologiques obligent à considérer comme herbivores, figurent dans la faune waulsortienne, ce qui suppose la présence d'une végétation sous-marine. La disparition de ces divers matériaux anthracigènes si abondants, sauf dans les « veines bleues » où ils ont été emprisonnés par suite de circonstances spéciales, suppose un renouvellement d'oxygène particulièrement actif.

D'après les données que nous avons résumées plus haut, le milieu semble cependant avoir été à l'abri des mouvements violents de la vague : il ne s'agit donc pas de formations de très faible profondeur, comme nos récifs coralliens actuels ; il est d'ailleurs à remarquer que le facies waulsortien n'existe pas dans la partie Nord de notre mer car-

bonifère, côté vers lequel se trouvait la côte puisque c'est là que l'on observe les transgressions, et qu'il ne commence à apparaître qu'à partir du niveau du Calcaire d'Yvoir, niveau qui correspond à une transgression bien marquée vers le Nord [1]. Nous pensons donc que le facies waulsortien s'est développé dans des régions sous-marines situées *à des profondeurs moyennes de la zone néritique,* mais *parcourues par des courants* qui, renouvelant activement l'oxygène, favorisaient une puissante éclosion de la vie animale.

A. Salée. — **Sur le mode d'écrasement de polypiers du Marbre noir de Denée.**

Dom Grégoire Fournier nous a remis, pour les étudier, quelques échantillons du Marbre noir de Denée renfermant des polypiers.

L'état de conservation de ces fossiles n'en permet pas une détermination spécifique bien précise, mais les rend intéressants à un autre point de vue.

Ces polypiers, que leur zone vésiculaire externe, encore fort bien

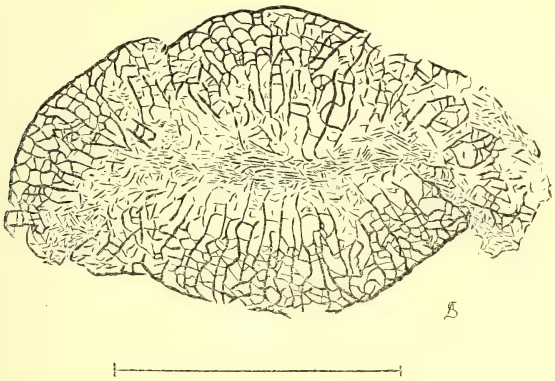


Fig. 1.

conservée, paraît devoir faire rapporter aux *Caninia* du type *patula*, présentent cette particularité d'avoir subi un fort aplatissement, qui dénote une compression considérable.

La structure la plus interne du polypier est complètement détruite :

---

[1] Voir H. de Dorlodot, *Relations entre l'échelle stratigraphique du Calcaire carbonifère de la Belgique et les zones paléontologiques d'Arthur Vaughan* (Bull. Soc. belge de Géol., t. XXIV, 1910, Bull., pp. 247-290) et les travaux de M. Delépine que résume cette note.

on en voit les débris, sous forme de fragments de septa, jonchant la partie centrale des coupes, et reposant pour la plupart dans le sens du grand axe actuel du polypier.

On sait que c'est généralement la zone périphérique qui a le plus souffert chez les polypiers fossiles.

Ici la zone vésiculaire externe a résisté : les septa et dissépiments ont conservé leurs relations mutuelles ; il y a eu cependant deux ou trois ruptures nettes, partageant la tunique vésiculaire périphérique en deux portions principales, l'une débordant l'autre.

Remarquons qu'on n'observe aucun déplacement latéral d'une portion par rapport à l'autre.

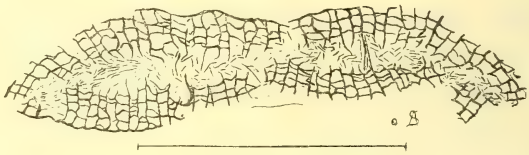


Fig. 2.

Tous ces caractères dénotent un écrasement *lent*, et non un broiement brutal.

Une telle structure évoque un processus du genre de celui-ci :

Le polypier est noyé dans une masse sédimentaire qui subit une forte contraction dans le sens de la hauteur.

Cette contraction presse lentement sur le polypier couché au sein de la masse : il s'aplatit et s'allonge latéralement jusqu'à la limite que lui assigne sa propre plasticité ; dès que cette limite est dépassée, les parties internes, d'ailleurs plus délicates chez les *Caninia*, éclatent ; la zone vésiculaire robuste résiste jusqu'au moment où, la pression continuant, elle se scinde en tronçons qui se rapprochent, le tronçon supérieur débordant des deux côtés celui qui gît sous lui.

Les figures illustrent d'ailleurs remarquablement ce processus.

M. A. Renier [1] a émis récemment l'opinion que les calcaires noirs, exploités autrefois dans une carrière située entre Rouillon et Anhée, et présentant une structure lithologique semblable à celle du marbre noir, sont dérivés de calcaires bitumineux de type sapropélien.

---

[1] A. Renier, *Note sur quelques végétaux fossiles du Dinantien moyen de Belgique.* (Ann. Soc. géol. de Belgique, Mém. in-4°, t. II, 1910, p. 85.)

M. F. Kaisin [1] a énoncé la même idée pour les véritables marbres noirs de Dinant.

Le caractère fortement écrasé des brachiopodes observés par M. A. Renier peut être invoqué en faveur de cette hypothèse. Nos échantillons de polypiers mettent en outre en évidence le mode d'écrasement.

Rappelons que les études de M. Potonié [2] sur les boues de putréfaction qui se forment dans les étangs du Nord de l'Allemagne, et auxquelles il a donné le nom de *sapropel*, subissent, par élimination de l'eau d'imprégnation, une contraction lente et extraordinairement énergique dans le sens vertical. Cette contraction se poursuit même lorsque les boues ont atteint déjà la consistance solide qui leur a valu le nom de *saprocolle*. Ces propriétés sont communes à tous les dépôts sapropéliens, même quand la proportion de matières minérales, et notamment de calcaire, mélangées à la boue organique est très considérable.

Notre observation nous paraît de nature à confirmer complètement l'hypothèse de MM. Renier et Kaisin sur l'origine sapropélienne des marbres noirs de notre Calcaire carbonifère.

Discussion.

L'examen des polypiers écrasés du marbre noir a achevé de convaincre M. H. de Dorlodot de l'origine sapropélienne des marbres noirs. Il croit cependant devoir faire une réserve au sujet du caractère côtier que M. Renier attribue à ces formations : il développera sa manière de voir à ce sujet à la prochaine séance.

La séance est levée à 22 h. 15.

---

[1] F. Kaisin, *Sur quelques caractères lithologiques du marbre noir de Dinant.* (Ann. Soc. scientifique de Bruxelles, 1910, p. 207.)

[2] H. Potonié, *Die rezenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätten.* (Abh. Kön. Preuss. Geol. Landesanstalt., N. F., Heft 55, 1908.) — Idem, *Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustobiolithe überhaupt.* Berlin, Bornhaeger, 1910.

SÉANCE MENSUELLE DU 18 AVRIL 1911.

Présidence de M. **E. Cuvelier**, *président.*

La séance est ouverte à 20 h. 35.

Décès de M. Éd. Dupont.

M. le Président prononce les paroles suivantes :

Messieurs,

Depuis notre dernière séance, un deuil a frappé notre Société : l'un de ses membres fondateurs les plus en vue dans le monde scientifique, l'un de nos anciens présidents, — de 1891 à 1892, — M. Édouard Dupont, Directeur honoraire et, en quelque sorte, créateur sous sa forme actuelle, du Musée royal d'Histoire naturelle, a succombé au mal qui le minait. Il a occupé parmi nous une place très active, surtout pendant les premières années de notre existence; de 1887 à 1895, nombreux sont les travaux dont il a enrichi nos publications.

L'activité de M. Dupont s'est déployée dans divers domaines; vous savez comment sa ténacité est parvenue à faire de notre Musée d'Histoire naturelle un véritable modèle, et son rêve était de voir se continuer le développement de ce magnifique établissement : « Il suffit, disait M. Gosselet, dans la séance du 24 mars 1889 de notre Société, de voir ce qu'un homme de volonté et d'intelligence, en organisant l'exploration scientifique et méthodique de son pays, a fait du Musée de Bruxelles, pour reconnaître que la Belgique est une contrée privilégiée entre toutes. »

C'est cette exploration scientifique et méthodique que M. Dupont eût voulu voir se développer en dirigeant le Service géologique : une grande amertume de sa carrière fut la suppression de ce service rattaché au Musée d'Histoire naturelle... On sait comment M. Dupont avait compris les levés géologiques, par la méthode monographique; mais seize feuilles seulement et quelques textes explicatifs ont paru, de cette belle Carte au 20 000e de la Belgique qu'il avait projetée.

L'énergie de M. Dupont ne fut pas abattue à la suite de sa défaite, et il faut admirer la vaillance dont il fit preuve en partant, au lendemain de la bataille, pour explorer une partie du Congo; déjà âgé cependant, il s'embarqua pour notre future colonie, en juin 1887; à son retour, et sous les auspices de notre Société naissante, — je souligne le fait, — il y eut, pour le fêter, une enthousiaste manifestation à l'Hôtel de Ville de Bruxelles : rentré en Belgique le 16 février 1888, M. Dupont fit, dans la Salle des Mariages, le 4 mars suivant, une première relation de son voyage, devant un public d'élite. Le Président de la Société, M. Houzeau de Lehaie, après avoir mis en relief l'abnégation de l'homme, rendit hommage au citoyen qui, à ses frais, osa pareil voyage : « M. Éd. Dupont, dit-il, a donné un noble et fier exemple qui, il faut l'espérer, trouvera des imitateurs; et l'entreprise si bien commencée doit être poursuivie au plus grand bien de la science et du pays. »

Le vœu de M. Houzeau fut exaucé; c'est grâce à des collaborateurs tels que M. Dupont, que notre génial Souverain Léopold II — qui tenait M. Dupont en très haute estime et ne dédaignait pas de le consulter — put doter la Belgique de la Colonie dont nous sommes si fiers aujourd'hui.

Nous n'avons pas à apprécier ici, Messieurs, l'œuvre scientifique de M. Dupont; ses travaux ont été fréquemment l'objet de critiques acerbes; mais, à supposer qu'ils soient, en effet, critiquables, — et quelle est l'œuvre humaine qui ne l'est pas? — ils n'en ont pas moins ouvert la voie, et combien féconde, dans diverses directions.

Inclinons-nous devant la mort, Messieurs; oublions ce qui nous a semblé « mal » et ne voyons plus que le « bien »... Au nom de notre Société, j'adresse un souvenir ému et respectueux à l'éminent Confrère que nous venons de perdre.

Approbation du procès-verbal de la séance de mars.

M. Eugène Maillieux a fait remarquer avec raison la défectuosité du cliché de *Homalonotus rhenanus* (fig. 2, p. 114). Avec ce procès-verbal paraît, en annexe, une figure destinée à être collée sur la figure défectueuse de l'article de notre savant confrère.

Page 114 du même article, ligne 11, il faut lire : « dans la partie **postérieure** au sillon médian », au lieu de « antérieure ».

Le procès-verbal est adopté sans autre observation.

Correspondance.

MM. d'Andrimont, H. de Dorlodot, Leriche, Maillieux et Ruto s'excusent de ne pouvoir assister à la séance.

Présentation et élection de nouveaux membres effectifs.

Sont élus par le vote unanime de l'Assemblée :

MM. De Groote, A., lieutenant d'Artillerie, adjoint d'État-Major, répétiteur de l'Ecole militaire, présenté par MM. Cuvelier et Greindl.

Lefèvre, Emile, capitaine commandant de réserve du Génie, professeur à l'Ecole militaire, présenté par MM. Cuvelier et Rabozée.

Dollo, Adolphe, capitaine du Génie, 81, rue Haringrode, à Anvers, présenté par MM. L. Dollo et Cuvelier.

Fontaine, Martial, capitaine du Génie, à Anvers (Calloo), présenté par MM. L. Dollo et Cuvelier.

Discussion des thèses présentées antérieurement.

Le Secrétaire général a reçu de M. l'ingénieur G. Loppens la lettre suivante :

« Je viens de parcourir les *Notes sur la formation des couches de charbon*, par M. X. Stainier, parues dans le procès-verbal de la séance du 21 février dernier, et désirerais signaler à leur auteur une erreur de traduction qui lui a fait accuser un de ses confrères anglais d'avoir perdu la tramontane. M. E. W. Binney ne pouvant plus se défendre, je me permets de le faire à sa place : Malgré le dictionnaire, malgré la similitude des mots, *to discolour* n'a pas exactement le même sens que *décolorer*. Il signifie plutôt changer, altérer, gâter la couleur, spécialement la couleur naturelle. Il peut donc, suivant les cas, se traduire par *décolorer*, s'il s'agit d'une substance à couleur vive ou foncée, et par *colorer*, pour une substance naturellement pâle ou claire. Ce dernier cas est celui de la citation de Binney, et la traduction de M. Stainier devient claire et logique lorsqu'on lui fait dire que les radicelles ont, par la libération du carbone, coloré, sali ou noirci l'argile réfractaire qu'elles traversaient. »

La communication de cette lettre à M. X. Stainier lui a valu la réponse ci-dessous :

« Quels que soient les titres que possède M. Loppens pour trancher une question de linguistique, titres que j'ignore d'ailleurs, on comprendra que je préfère m'en tenir à l'autorité des dictionnaires anglais-français que j'ai consultés, pour plus de sûreté. Tous indistinctement traduisent, conformément à l'étymologie, *to discolour* par *décolorer*. Or, « décolorer », en français, c'est enlever de la couleur à un objet coloré, ou diminuer l'intensité de sa coloration. Jamais le mot « décolorer » ne peut s'appliquer en français, pas plus que *to discolour* en anglais, à ce fait de faire passer un objet du blanc au noir.

» Le simple bon sens proteste d'ailleurs contre l'idée qu'un même vocable pourrait s'appliquer à deux opérations aussi opposées que blanchir ou noircir. Il existe d'ailleurs en français un mot « colorer », en anglais *to colour*, qui s'applique exactement au sens que voudrait donner M. Loppens à la phrase de Binney. C'est le mot que Binney aurait employé s'il avait voulu dire ce que M. Loppens lui fait dire.

» Je profite de l'occasion pour rectifier une erreur qui s'est glissée dans la note en question. Ce n'est pas dans le volume de 1854 du *Quarterly Journal*, mais bien dans celui de 1846 qu'a paru le travail de Binney auquel j'ai fait allusion. »

Le Secrétaire général croit que la réplique de M. l'ingénieur Loppens clôt provisoirement le débat :

« Tout en reconnaissant que M. Stainier est parfaitement en droit de récuser mon interprétation du texte qu'il a traduit, en faisant dire à son auteur une chose absurde, je ne puis que maintenir mon opinion.

» Les quatre années que j'ai vécues aux États-Unis ne m'ont certes pas suffi à acquérir une connaissance approfondie de la langue anglaise; mais il se fait qu'alors et depuis lors, j'ai été étonné moi-même à plusieurs reprises en constatant que le verbe *to discolour* était aussi bien employé dans le sens de *foncer* que de *pâlir*. C'est ce qui me permet de soutenir qu'ici, comme dans bien d'autres cas, on ne peut s'en rapporter uniquement à l'autorité d'un, ni même de plusieurs dictionnaires.

» J'espère que quelques-uns de nos confrères, d'une compétence moins discutable que la mienne, voudront bien nous fixer définitivement sur cette question qui me paraît surtout une question de justice envers l'auteur défunt si durement traité par mon honorable contradicteur. »

A. Deblon. — **De la valeur des eaux de la Campine.**
(*Deuxième communication.*)

Le travail dont notre savant confrère donne lecture constitue une réponse à la communication faite par MM. E. et F. Putzeys et A. Rutot, à la séance de février. Le Secrétaire général propose qu'il paraisse aux *Mémoires,* à la suite du leur, et soit préalablement aussi soumis au Comité de publication.

Le Président déclare que le débat est clos devant la Société, puisque cette question est soumise à une commission technique, dont il convient d'attendre le rapport.

R. d'Andrimont. — **Réponse au troisième mémoire de MM. Putzeys et Rutot sur l'alimentation en eau potable de la basse Belgique et du bassin houiller de la Campine.**

Il m'est impossible de ne pas relever certaines affirmations inexactes contenues dans le dernier mémoire de nos honorables collègues.

I. MM. Putzeys et Rutot pensent et cherchent à faire croire que les idées de M. Deblon ont pu m'influencer lorsque j'ai déclaré, dans un rapport fait pour la ville de Malines, que dans la *situation actuelle* de cette ville, je préconisais l'emploi d'une eau de surface clarifiée et stérilisée par l'ozone.

On pourrait en effet penser, si l'on s'en rapporte au texte de nos collègues, que j'ai porté un jugement sur les eaux de Moll. Or il n'en est rien, et pour qu'il ne subsiste aucun doute à ce sujet, je reproduis ci-après, textuellement, l'avis que j'ai donné à la ville de Malines.

« *Projet de captage dans les sables de Moll.* — Ce projet ne serait applicable que s'il était réalisé en grand, la même conduite d'amenée étant installée pour alimenter plusieurs villes importantes. Si la ville de Malines devait seule supporter la dépense, celle-ci serait de plus d'un million pour le captage et l'amenée seulement.

» Ce projet doit donc être rejeté. »

Je n'ai donc pas examiné le projet de Moll et n'avais d'ailleurs pas à le faire, ce projet étant, de l'avis des auteurs eux-mêmes, destiné à l'alimentation d'une région et non d'une seule ville. J'ai donc réservé mon opinion et je la réserverai encore tant que ne sera pas prouvée

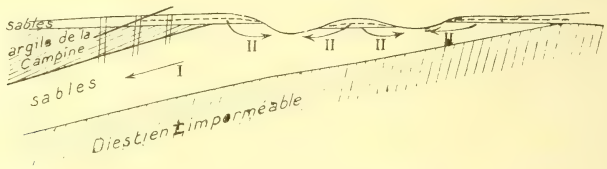
l'existence du « courant souterrain » au sujet duquel je reviendrai plus loin.

La campagne menée par nos collègues aura ce fâcheux résultat pour les habitants de la ville de Malines, qu'ils continueront à boire longtemps des eaux polluées pour attendre la réalisation lointaine et problématique de l'énorme projet de Moll. La solution que je préconisais n'avait pas la prétention d'être définitive; elle avait le grand avantage de pouvoir être adoptée de suite, en attendant mieux.

II. MM. Putzeys et Rutot s'efforcent de démontrer par une foule d'arguments que la thèse soutenue par M. Deblon est fausse.

Or, à quoi se résume la discussion en ce qui concerne la quantité d'eau dont on peut disposer?

La situation hydrologique de la Campine peut être schématisée comme suit (ce croquis se rapproche beaucoup de celui publié par nos collègues) :



Que le sous-sol soit alimenté par infiltration naturelle ou artificielle, le point capital de la discussion n'en reste pas moins le suivant :

Le courant souterrain I existe-t-il ou n'existe-t-il pas?

S'il n'existe pas ou s'il est insignifiant, comme le dit M. Deblon, on ne peut évidemment compter que sur une partie de l'eau qui s'écoule suivant les trajectoires II vers les trop-pleins (les cours d'eau).

Si le courant souterrain I existe, comme le prétendent nos confrères, on peut s'alimenter au détriment de ce courant en en diminuant le débit par un captage. Ce captage ouvrira à l'eau des voies offrant moins de résistance que suivant le courant I.

Or, aucune preuve n'a été apportée de l'existence de ce courant souterrain.

Si l'eau s'enfonce souterrainement, où va-t-elle?

Il faut évidemment que les quantités énormes d'eau dont on nous parle réapparaissent quelque part.

Les auteurs du projet sont muets à ce sujet.

Il y a cependant, à notre avis, un moyen de résoudre le problème

en principe (il y a ou il n'y a pas courant souterrain), mais le moyen dont nous allons parler ne permet pas de déterminer l'importance du courant. Tout au plus pourra-t-on s'en faire une idée par comparaison. Les eaux disparaissant sous les argiles de la Campine deviennent évidemment captives (artésiennes). Si le courant souterrain existe, le niveau *hydrostatique* mesuré dans des puits d'études, doit baisser dans le sens du courant. Si les dénivellations constatées sont du même ordre que celles que l'on observe dans les puits artésiens (il s'agit, bien entendu, des niveaux d'eau mesurés sans écoulement) de la basse Belgique, échelonnés depuis le Brabant jusqu'au littoral, ne doit-on pas en conclure que le courant souterrain est tellement faible qu'il peut être considéré comme nul, ainsi que le prétendent beaucoup de géologues?

Je suggère ici ce moyen d'investigation, car c'est le seul, je crois, qui permettra aux auteurs du projet de ne plus affirmer sans preuves.

III. Nos collègues n'ont pas répondu à la première objection que j'avais faite au sujet du nombre considérable de puits qu'il serait nécessaire d'installer pour produire un rabattement général de la nappe sur toute l'étendue de la zone considérée.

Cette observation se liait à la suivante, concernant la non-efficacité d'une circulation capillaire de l'eau pour arrêter les microorganismes. Je suis absolument d'accord avec nos collègues et avec les auteurs allemands qu'ils citent et dont je connaissais les travaux, pour dire que 30 mètres de filtration, même capillaire, arrêtent les bactéries; j'ai simplement voulu dire que 2 ou 3 mètres de filtration capillaire, aux environs mêmes des puits, seraient insuffisants. Cette observation, combinée avec la précédente, concernant le nombre de puits, tend à faire ressortir la difficulté qu'il y aurait à décréter inaccessibles des zones de protection qui seraient ainsi de grande étendue.

IV. Enfin, concernant les variations de teneur en fer, je n'ai jamais prétendu le problème insoluble, du moment qu'on ne regardait pas à la dépense de premier établissement, j'ai simplement voulu affirmer, comme un principe hydrologique indiscutable, qu'un captage dans une nappe libre produit un appel d'eau venant de la profondeur, appel variant d'importance avec l'intensité du pompage.

R. D'ANDRIMONT. — **Note au sujet du mémoire de M. Richert sur les eaux souterraines de la Suède.**

Au moment où l'on discute l'existence ou la non-existence de courants souterrains, en ce qui concerne les sables de la Campine, je crois utile de faire ressortir combien les principes de M. Richert diffèrent de ceux sur lesquels je me suis basé personnellement dans beaucoup d'études hydrologiques en Belgique.

M. Richert a surtout observé, en Suède, des nappes aquifères s'écoulant rapidement au travers d'un terrain très perméable (gros sable ou gravier), le long d'un soubassement imperméable, généralement incliné et assez rapproché de la surface.

Il ne tient évidemment pas compte, dans ces conditions, de la quantité d'eau d'infiltration qui atteint la zone déprimée par un captage fonctionnant en régime. Il considère sans doute, et avec raison, que la quantité infiltrée sur la zone déprimée est négligeable, en comparaison de la quantité amenée par le courant souterrain. Son raisonnement, poussé à l'extrême, est en somme celui que l'on fait lorsque l'on installe une crépine noyée dans un cours d'eau. On ne tient compte que du débit du cours d'eau et l'on fait abstraction de l'eau de pluie qui atteint le cours d'eau à l'endroit du captage.

Dans ces conditions, M. Richert doit évidemment observer que ses captages influencent le niveau du courant souterrain en aval.

Dans les travaux que j'ai publiés, au contraire, j'ai presque toujours supposé nul l'apport du courant souterrain, et j'ai posé comme principe qu'un captage ne peut débiter d'une manière permanente que la quantité d'eau qui s'infiltre à la surface de la zone déprimée qu'il produit.

Dans ces conditions, un captage n'influence évidemment qu'une surface limitée et non toute la nappe en aval. Mon hypothèse est celle qui se rapproche le plus de la vérité, quand il s'agit de nappes aquifères s'amassant dans le sous-sol d'une plaine, sableuse jusqu'à une certaine profondeur. Je pense que l'on commettrait de grandes erreurs en appliquant à la basse Belgique, par exemple, les idées de M. Richert qui sont cependant vraies en ce qui concerne la plupart des cas qu'il a observés en Suède.

R. d'Andrimont. — Deuxième réponse aux notes de M. Delecourt.

Je ne répondrai pas longuement à M. J. Delecourt, pour ne pas retenir l'attention de mes confrères sur un sujet théorique qui n'offre qu'un médiocre intérêt lorsque l'on entre dans des détails insignifiants. M. Delecourt sera sans doute étonné que je termine la discussion en lui disant qu'il me suffit de me trouver d'accord avec lui dans les grandes lignes.

Il ne parle plus, dans sa deuxième note, des terrains imbibés capillairement et pelliculairement. Je suppose donc qu'il trouve mes explications suffisantes et, comme lui, je n'en parlerai plus.

En ce qui concerne mes idées sur la forme des trajectoires suivies par l'eau, je trouve que M. Delecourt me fait beaucoup d'honneur en cherchant à les appliquer et à critiquer avec la plus grande rigueur et en détail des schémas sans prétention. Je lui répéterai encore que j'ai simplement voulu attirer l'attention sur des phénomènes trop peu connus en les rendant plus tangibles.

Peu m'importe la forme exacte des courbes; ce que j'ai voulu faire ressortir, et ce que M. Delecourt reconnaît avec moi, c'est :

Qu'un captage ou un exutoire naturel provoque un afflux d'eau, non seulement latéralement, mais en dessous de lui, et que les trajectoires suivies par l'eau sont concaves vers le haut. Cette action sur les eaux sous-jacentes se produit à une profondeur relativement considérable.

J'appuie ma manière de voir par les faits suivants :

1° Expériences de M. Penninck dans les dunes de Hollande;

2° Formation rapide de la limonite des prairies dans les dépressions de la Campine au détriment des glauconies sous-jacentes;

3° Considérations de M. Van Hise relatives au métamorphisme par circulation d'eau.

Mais, évidemment, s'il existe une couche imperméable sur laquelle repose le captage, comme l'imagine M. Delecourt dans un cas particulier, le phénomène ne se produit pas.

Pour terminer, je dirai que la pratique (et aucun « ancien » ne me contredira) montre qu'il est illusoire et inutile de chercher la précision mathématique et le détail en hydrologie.

Communications des membres.

H. de Dorlodot. — Sur les conditions de dépôt des marbres noirs dinantiens et des sapropélites marines en général.

Les polypiers écrasés du marbre noir de Dinant, que M. A. Salée a mis, à la dernière séance, sous les yeux de nos confrères [1], nous ont particulièrement intéressé, à cause des importantes conséquences qu'ils entraînent sur l'origine de la roche. Comme l'a fort bien remarqué l'auteur, le *mode* d'écrasement est tellement pris sur le fait, qu'aucune hésitation n'est possible : ces polypiers étaient emprisonnés dans une gangue qui, en se contractant lentement dans le sens vertical, a exercé sur eux une compression devenue à la fin assez énergique pour amener le tronçonnement de la partie interne des lames, comme se brisent des lames de verre soumises à une forte compression sensiblement parallèle à leurs surfaces. En même temps, le pourtour du polypier aplati par la pression se rompait suivant des lignes voisines des deux génératrices les plus distantes et, tandis que les lèvres ainsi formées tendaient à s'écarter, les parties les plus voisines du petit axe du cylindre comprimé se rapprochaient, au point qu'on peut dire littéralement qu'une moitié du polypier est rentrée dans l'autre moitié. L'absence de toute composante parallèle au plan des couches montre que les forces orogéniques ne peuvent être invoquées ; le fait que le phénomène n'affecte pas les formations situées à un niveau stratigraphique inférieur prouve, en outre, qu'il n'est pas dû à la pression exercée, avant le soulèvement, par le poids des dépôts supérieurs.

Il s'agit bien d'une compression extrêmement énergique exercée dans le sens vertical seulement, *par la contraction propre de la masse dans laquelle étaient engagés les polypiers.* M. Potonié a attiré l'attention sur ce mode de contraction énergique que subissent les boues naturelles de putréfaction, par l'évacuation lente et spontanée de l'eau qu'elles renferment, et nous ne pensons pas que ce phénomène soit physiquement possible, du moins à un degré aussi intense, ailleurs que dans les gels provenant de la consolidation des solutions colloïdes. Si

---

[1] A. Salée, *Sur le mode d'écrasement des polypiers du Marbre noir de Dinant.* (Bull. Soc. belge de Géol., t. XXV, Proc.-verb., pp. 133-135.)

nous ajoutons que les phénomènes de compression présentant cet ensemble de caractères n'existent, du moins à notre connaissance, que dans les dépôts bitumineux, ou dans les dépôts dont la richesse en matières anthraciteuses finement disséminées est telle qu'elle puisse légitimer l'hypothèse qui les fait dériver de roches bitumineuses, nous aurons, pensons-nous, établi le bien-fondé de l'opinion qui tient l'origine sapropélienne de ces roches, opinion soutenue par M. Arm. Renier [1] pour le calcaire noir compact *T2cβ* [2] de Hun et admise par M. F. Kaisin [3] pour le véritable marbre noir de Dinant, *V1a*. Les caractères lithologiques de ces deux roches sont à peu près identiques; il en est de même de l'écrasement des fossiles, qui, sauf cet écrasement, sont remarquablement conservés. Dans un cas comme dans l'autre, « nous nous trouvons en présence d'une formation sapropélienne qui s'est déposée avec lenteur dans une eau très calme »; dans un cas comme dans l'autre, « les *Productus* paraissent avoir été ensevelis sur place [4] ». Les caractères invoqués par M. Renier, et spécialement le mode d'écrasement des fossiles, étaient suffisants déjà pour établir sa conclusion. Si, pour notre part, notre conviction n'est devenue absolue qu'à la vue des coupes de polypiers dont vient de nous entretenir M. Salée, c'est parce que ces coupes font sauter aux yeux le mode de compression qui a déterminé leur écrasement, et parce que cette constatation nous a amené ensuite à considérer le problème de plus près, et à reconnaître ainsi que seul ce mode d'écrasement a pu amener les fossiles de Hun, comme ceux de Denée et de Dinant, à leur état actuel.

Il est un point cependant sur lequel nous ne pouvons partager l'avis de M. Renier. A la suite du texte que nous avons cité plus haut, notre savant confrère ajoute : « Ce détail précise à la fois le facies marin et le caractère côtier du dépôt. » « Facies marin », cela ne fait pas de doute, puisque les fossiles marins sont en place; par contre, nous ne croyons pas au *caractère côtier du dépôt*.

La situation géographique et stratigraphique du dépôt rend cette conclusion fort improbable. Le gisement de Hun se trouve à environ

---

(1) Armand Renier, *Note sur quelques végétaux fossiles du Dinantien moyen de Belgique*. (Ann. Soc. géol. de Belg., Mém. in-4°, t. II, pp. 85-92.)

(2) Voir H. de Dorlodot, *Les faunes du Dinantien et leur signification stratigraphique*. (Bull. Soc. belge de Géol., t. XXIII, Mém., p. 11.)

(3) Félix Kaisin, *Sur quelques caractères lithologiques du marbre noir de Dinant*. (Ann. Soc. scient. de Bruxelles, 1910, p. 207.)

(4) A. Renier, *Loc. cit.*, p. 86.

vingt kilomètres au Sud des affleurements contemporains du bord Nord du bassin de Namur ; si l'on tient compte des plis qui se rencontrent dans l'intervalle (bassin de Namur, gigantesque (1) anticlinal du Condroz, plis visibles dans la coupe de la Meuse entre Dave et Rouillon), on acquerra facilement la conviction que la distance primitive était énorme. Or, personne ne peut plus douter aujourd'hui, pensons-nous (2), qu'à cette époque la mer ne s'étendît d'une façon continue vers le Sud, depuis son bord Nord situé sans doute bien au delà des limites actuelles du bassin de Namur, la séparation de nos divers bassins carbonifères étant due à des phénomènes tectoniques postérieurs au dépôt et à l'arasement consécutif. D'après ces données, Hun devait se trouver fort loin vers le large. A vrai dire, on pourrait supposer, si la chose était nécessaire, l'existence d'îles au sein de cette mer. Mais rien n'autorise cette hypothèse pour l'âge de ces couches, et il ne peut être question, en tout cas, d'un archipel étendant les conditions côtières jusqu'à cette distance du continent. En effet, les facies contemporains se modifient quand on marche du Nord vers le Sud. Ainsi, pour l'époque du calcaire noir de Hun, les dépôts sont à grain notablement plus grossier et les couches riches en crinoïdes bien plus abondantes dans les régions septentrionales. De même, à l'époque du marbre noir, les dépôts septentrionaux sont oolithiques et crinoïdiques : la formation des oolithes, qui sont parfois d'un assez fort calibre, et la dissémination des articles de crinoïdes, sans parler de leur état parfois fractionné, supposent une agitation du fond de la mer plus forte que celle que comporte la finesse du grain et la conservation des fossiles du marbre noir de Dinant (3). Ces faits

---

(1) H. de Dorlodot, *Genèse de la Crête du Condroz et de la Grande faille*. (Ann. Soc. scient. de Bruxelles, 1898. Première section, pp 6-29.)

(2) *Ibid.*, pp. 6-7. Les études plus récentes, notamment celles qui ont porté sur le Calcaire carbonifère des bassins tectoniques de Namur et de Dinant, sont venues confirmer la conclusion que nous énoncions en 1898.

(3) Rappelons que le calcaire noir de Hun occupe le niveau moyen du *Calcaire de Leffe* et que le Calcaire de Leffe est contemporain du *Calcaire de Vaulx* et de la partie supérieure de la dolomie utilement exploitée au Nord (par exemple aux environs de Marche-les-Dames), comme au Sud (par exemple à Malonne ou à Floreffe) du bassin de Namur, ainsi qu'au niveau supérieur des beaux rochers dolomitiques de Dave sur la Meuse Le calcaire de Vaulx est généralement moins compact que le calcaire noir de Hun, il est très fossilifère et ses fossiles ne sont pas écrasés ; ses polypiers, en particulier, ont conservé généralement leur forme régulièrement cylindrique ou conique. On y rencontre des couches crinoïdiques. Les niveaux crinoïdiques sont encore plus abondants dans le facies dolomitique de ces couches du sommet du Tournaisien : aussi la limite entre les niveaux dolomitiques correspondant respectivement au Petit-

se concilient parfaitement avec un plus grand éloignement de la côte à mesure que l'on marche vers le Sud; les caractères lithologiques du calcaire noir de Hun et du marbre noir de Dinant pourraient même les faire prendre pour des roches d'origine bathyale, si leur faune autorisait cette hypothèse. Sans doute, des dépôts à grain fin peuvent se former à proximité des côtes, dans des baies très tranquilles, et ces sortes de dépôts peuvent être sapropéliens. Mais ces dépôts auront généralement un caractère local, même à proximité du continent. Or, nous sommes ici très loin vers le large : l'existence d'îlots au sein de la mer, qui pourrait seule être invoquée pour rendre compte d'un caractère côtier des dépôts si celui-ci était établi, aurait déterminé une forte agitation des eaux et la formation de dépôts côtiers à éléments généralement grossiers, comme sera plus tard la Grande-brèche (1); ces dépôts formés au sein de flots agités n'auraient certainement pas un caractère sapropélien. Tout au plus, si quelque baie tranquille échancrait quelqu'un de ces îlots, pourrait-on trouver un dépôt comparable à nos marbres noirs très localisé ; mais une formation supposant une tranquillité extrême des eaux et s'étendant uniformément, comme le marbre noir de Dinant, sur toute une région, et cela à une grande distance du continent, est nécessairement un dépôt de mer relativement profonde.

M. Renier ne dit pas formellement à quels indices il croit reconnaître l'origine côtière du calcaire noir de Hun (2); mais le nom seul

---

granite et au Calcaire de Vaulx n'est-elle pas facile à déterminer. Rappelons aussi que M. Delépine a définitivement établi le bien fondé de l'hypothèse que nous n'émettions qu'avec doute en 1901, du synchronisme de la dolomie crinoïdique à *Chonetes papilionacea* et de la série oolithique qui la surmonte à Claminforge, avec le marbre noir de Dinant, base du Viséen, et qu'il a montré que l'existence de ces facies à ce niveau est un fait général pour une grande partie du bassin de Namur et aussi pour une partie de la région Est du Condroz dans le bassin de Dinant. Voir sur ces divers sujets le travail que nous avons publié l'an dernier sous le titre : *Relations entre l'échelle stratigraphique du Calcaire carbonifère de la Belgique et les zones paléontologiques d'Arthur Vaughan, d'après les recherches les plus récentes* (Bull. Soc. belge de Géol., t. XXIV, Proc.-verb., pp. 247-290), spécialement les pages 263-272 de ce travail.

(1) H. de Dorlodot, *Sur l'origine de la grande brèche viséenne et sa signification tectonique* (Bull Soc belge de Géol., t. XXII, Mém., pp. 29-38), ainsi que les pages que nous avons consacrées à l'origine de cette formation dans nos *Relations entre l'échelle stratigraphique, etc.* (*Loc. cit.*, pp. 276-281.)

(2) En prenant la phrase de M. Renier, citée plus haut, dans son sens rigoureusement grammatical, déterminé par sa relation avec la phrase qui la précède immédiatement, on pourrait comprendre cependant que le caractère qu'invoque M. Renier est la présence des *Productus ensevelis sur place*. Mais nous ne pouvons croire que M. Renier ait considéré les *Productus* comme des fossiles caractéristiques des dépôts

de notre savant Confrère nous garantit qu'il n'a pu énoncer cette affirmation à la légère, et son texte montre qu'il fait allusion à des caractères qui, d'après l'acception généralement régnante, sont considérés comme dénotant des conditions côtières. Nous pensons donc que les faits qui servent principalement de base à son opinion sont la présence de végétaux terrestres et l'origine sapropélienne du dépôt.

La première raison ne nous paraît pas concluante. Nous avons rappelé, à la dernière séance [1], la présence, constatée par Alex. Agassiz, de restes abondants de végétaux terrestres dans des dépôts actuels de mers profondes, et des faits du même genre se rencontrent dans les dépôts anciens. Cela n'a rien d'étonnant : de nombreux débris de plantes terrestres sont emportés vers la mer; ils flottent dans les eaux marines, grâce à leur légèreté, et appartiennent dès lors au *pseudo-plancton*, dans le sens étendu que M. Joh. Walther a donné à ce terme en 1887 [2]. Ils peuvent être ainsi transportés fort loin : témoins les bois flottés du Mississipi que la mer rejette sur les côtes d'Islande; mais une partie s'arrête en route et tombe au fond de la mer. Les végétaux flottés sur les eaux marines peuvent, en effet, se déposer de deux manières. Ou bien ils sont rejetés sur la côte par la violence de la vague : ils sont alors accompagnés d'éléments grossiers, et c'est dans ce cas seulement qu'ils sont caractéristiques des dépôts côtiers. Ou bien ils se déposent doucement du sein du milieu liquide où ils flottent : dans ce cas, ils sont généralement étalés, et la seule condition de leur dépôt est la tranquillité de ce milieu; aussi ces restes de végétaux bien étalés se rencontreront-ils généralement dans les dépôts à éléments fins. On ne devra donc jamais s'étonner de trouver ces restes de végétaux dans une formation d'origine sapropélienne, quel que soit le milieu où elle a pris naissance, un dépôt sapropélien ne pouvant se former que sur un fond très tranquille.

---

côtiers. A moins toutefois qu'il ne prenne le terme *dépôt côtier* dans un sens extrêmement large, comme synonyme du terme *dépôts néritiques* proposé par M. Em. Haug. S'il en était ainsi, notre avis ne serait pas en opposition avec celui de M. Renier. Les considérations exposées dans la présente note ne deviendraient pas pour cela sans objet, notre but n'étant pas de combattre notre savant ami, mais de chercher, dans la mesure du possible, les conditions de profondeur et de distance des côtes où se sont formés les marbres noirs de notre Dinantien, et en général les conditions de formation des roches marines d'origine sapropélienne.

(1) *A propos de la présence de restes de Mammifères terrestres dans l'argile de Boom.* (Bull. Soc. belge de Géol., t. XXV, Proc.-verb., pp. 111-112.)

(2) Johannes Walther, *Ueber die Lebensweise fossiler Meeresthiere.* (Zeitschr. der Deutsch. Geol. Gesellsch., Bd XLIX, pp. 209-273.)

Mais précisément, le caractère sapropélien ne suffit-il pas par lui-même pour établir que le dépôt est un dépôt côtier? Dans les mers actuelles, en effet, on n'a pas signalé, pensons-nous, la formation de dépôts sapropéliens en dehors des régions côtières.

Pour répondre à cet argument fort spécieux à première vue, nous ferons remarquer d'abord que les dépôts sapropéliens ne peuvent se former, au voisinage des côtes, que dans les lagunes ou les baies particulièrement protégées contre le mouvement des vagues. En dehors de ces conditions très spéciales, le voisinage de la côte, ou même simplement la faible profondeur de la mer, sont, au contraire, des conditions qui s'opposent à la formation du sapropel, à cause de l'agitation des eaux qui amène au fond de la mer un renouvellement constant d'oxygène. Il semble donc que les mers profondes devraient être celles qui, de toutes les mers, présentent les conditions les plus favorables à la formation du sapropel. Aussi pensons-nous que, du moment où il est établi qu'un dépôt géologique d'origine sapropélienne ne s'est pas formé au sein d'une lagune ou d'une baie tranquille, il faut conclure qu'il a pris naissance à une profondeur suffisante pour qu'il ait pu échapper aux mouvements de la surface.

Comme exemple de dépôt géologique se présentant dans ces conditions, nous citerons en premier lieu les Schistes bitumineux à *Posidonomya Bronni* du Toarcien, qui constituent un des types les mieux caractérisés des sapropélites marines. L'extension géographique de ces dépôts ne permet pas de les considérer comme s'étant formés dans des baies isolées. De plus, leur faune, considérée, soit absolument, soit comparativement avec les faunes qui précèdent ou qui suivent, ou avec les faunes des dépôts de même âge qui entourent la région souabe où ce facies se montre le mieux accentué, prouve que ces dépôts bitumineux se sont formés au fond d'une fosse marine profonde et correspondant en outre à une phase maxima d'immersion. Il est fort remarquable qu'avec cette faune de mer profonde se trouvent des restes relativement abondants de végétaux terrestres : cela n'a pas lieu de nous étonner, d'après ce que nous avons dit plus haut.

Il serait trop long de parcourir la série des dépôts marins dont le caractère bitumineux ou la richesse en matière anthraciteuse finement disséminée, jointe à d'autres indices, prouvent l'origine sapropélienne. Citons seulement les facies graptolithiques du Silurien [1] et les facies

---

[1] Voir au sujet des facies à Graptolithes, les intéressantes remarques de Ch. Lapworth, consignées dans le travail de Joh. Walther cité à la note précédente, pp. 241-

à Tentaculites du Devonien, dont le caractère bathyal ne peut faire de doute. Nous pensons même pouvoir dire que, si on laisse à part les sapanthracon proprement dits et les autres sapropélites d'origine lacustre, on aura quelque peine à trouver, parmi les dépôts un peu anciens, des roches d'origine sapropélienne dont les caractères et la situation géographique ne décèlent une origine de haute mer (1).

On objectera sans doute les résultats des sondages océaniques. Si les boues du fond des mers actuelles contiennent une certaine proportion de matières organiques, proportion suffisante pour servir aux besoins des animaux limivores qui habitent les profondeurs, cette proportion est cependant trop minime pour pouvoir donner naissance, par sa décomposition, à des roches bitumineuses. Nous l'avouons sans peine; et nous ajouterons que, d'une manière générale, l'abondance de roches marines anciennes fortement teintées par des matières charbonneuses, comparée à ce que l'on observe dans les dépôts plus récents et à l'époque actuelle, nous a longtemps préoccupé, avant que l'étude des roches sapropéliennes ne fût à l'ordre du jour.

Nous croyons nous être trouvé sur la voie de la véritable solution de ce problème, du jour où nous avons compris que la difficulté consiste, non à expliquer la richesse en caustobiolithes des dépôts marins anciens, mais à rendre compte de la pauvreté des dépôts plus récents en éléments carbonés. Si l'on songe, en effet, à la profusion de la vie dans les océans et spécialement à la richesse du plancton des mers

---

258. L'origine de la matière charbonneuse des schistes graptolithiques, attribuée par Lapworth à des végétaux pseudo-planctoniques analogues aux Sargasses, n'est sans doute plus soutenable aujourd'hui; mais ce que nous connaissons maintenant sur l'importance des boues de putréfaction permet de substituer avantageusement à ces grandes algues les petits organismes du véritable plancton. Pour tout le reste, nous pouvons nous en tenir aux conclusions de Lapworth. La grande pénurie des schistes graptolithiques en organismes benthosiques doit sans doute s'expliquer par le défaut d'oxygène dans les fonds océaniques où s'accumulaient les produits planctoniques. Les squelettes chitineux se sont transformés en charbon humique, quand ils n'ont pas subi de pseudomorphose; les matières grasses et protéiniques en sapanthracon, donnant ainsi naissance à des schistes bitumineux, puis à des schistes riches en matière anthraciteuse, résidu de la distillation naturelle des « huiles de schiste ».

(1) M Potonié cite (*Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustobiolithen überhaupt*, p. 212) la *Tasmanite*, schiste argilo-sableux permo-carbonifère très riche en spores accompagnées d'une matière bitumineuse amorphe. Comme on trouve des fossiles marins au mur et au toit de la couche de Tasmanite, M Potonié pense que cette roche s'est déposée sur une côte extrêmement tranquille. S'il en est ainsi, les conditions de ce dépôt seraient comparables à celles des dépôts sapropéliens récents des rives de la Baltique.

chaudes, on se demandera comment une si grande abondance de matière carbonée qui tombe du sein de la mer ne s'accumule pas en plus forte proportion dans les grands fonds, où le mouvement des vagues n'exerce plus aucune influence.

Une question très semblable à celle-ci s'est posée sous une autre forme : Comment la vie aérobienne est-elle possible dans les profondeurs océaniques? On a résolu cette question en montrant que les eaux de surface des régions polaires, plus froides et plus denses (1) que les eaux profondes, descendent vers le fond de la mer; elles rampent ensuite sur le lit des océans en suivant la pente qui les conduit dans les grands fonds des régions tropicales. Cette circulation profonde allant des régions polaires vers les régions équatoriales est attestée par l'existence, dans les fonds océaniques jusque sous l'équateur, des basses températures des régions de la zone polaire. Comme les eaux superficielles, qui descendent ainsi dans les profondeurs des océans, sont oxygénées, elles renouvellent, dans les grands fonds, l'oxygène nécessaire à la respiration des animaux. Cette explication est confirmée par le fait que, dans les mers où cette circulation est impossible, comme par exemple la Mer Noire, il n'existe dans la profondeur que des microorganismes anaérobies. — Le même phénomène doit être invoqué, nous semble-t-il, pour expliquer comment les matières carbonées provenant de la décomposition des substances organiques ne s'accumulent pas en plus forte proportion au fond de nos océans actuels : on comprend, en effet, que si le renouvellement de l'oxygène est suffisant, il favorise la destruction totale des matières saprogènes.

Or, si telle est la cause qui limite de nos jours l'accumulation du sapropel au fond des mers, on conçoit facilement que les choses se soient passées tout autrement dans les temps anciens. Le phénomène suppose, en effet, comme conditions essentielles, l'existence de zones de température variant avec la latitude, et l'existence d'océans taillés des régions polaires vers les régions équatoriales. Or les zones climatériques ne commencent à devenir sensibles qu'au Jurassique supérieur, et l'Océan Atlantique, l'Océan Indien et bien probablement aussi l'Océan Pacifique sont d'origine relativement récente. Le phénomène général que nous avons décrit n'avait aucune raison de se produire au sein du grand Océan méditerranéen.

---

(1) Rappelons, en effet, que le maximum de densité de l'eau salée n'est pas à 4°; l'eau du fond des mers peut ainsi s'abaisser jusqu'en dessous de 0°.

Il ne résulte évidemment pas de là que l'oxygène ne se renouvelait nulle part dans les profondeurs un peu considérables, mais seulement *qu'il n'y avait pas de cause générale de ce renouvellement.* Rien n'empêche, en effet, de supposer l'existence de courants d'un caractère plus local et pouvant se faire sentir jusqu'à de grandes profondeurs. L'absence d'une cause générale et l'existence de courants locaux expliquent les teneurs extrêmement variées en matière charbonneuse d'origine sapropélienne, que l'on observe dans les formations paraissant s'être déposées à la même profondeur et parfois à la même époque, dans des points assez voisins les uns des autres.

Il nous semble aussi que des dépressions du fond des mers ont pu échapper plus facilement à l'influence oxygénante de courants d'un caractère local, qu'à celle de la circulation générale des eaux profondes, telle qu'elle existe de nos jours dans les océans. Ajoutons qu'avant l'établissement du régime actuel, la teneur en oxygène des eaux profondes devait être extrêmement variée : elle a pu parfois être suffisante pour rendre possible la vie d'organismes aérobies, tout en n'empêchant pas l'accumulation de matières sapropéliennes dans la boue du fond. C'est évidemment ce qui a eu lieu notamment pour les argiles bitumineuses du Toarcien : les Ammonites avec *aptychus* et bien d'autres fossiles de cette formation ont vécu dans les eaux saprogènes. Dans d'autres cas, le défaut d'oxygène semble, au contraire, avoir rendu la vie benthosique impossible ou fort difficile [1].

Nous pouvons conclure de ce qui précède que le caractère sapropélien d'un dépôt marin, loin de prouver par lui-même l'origine côtière de ce dépôt, tend plutôt à établir, et peut même parfois démontrer que ce dépôt s'est formé à une profondeur et à une distance des côtes assez grandes. Il ne faudrait cependant pas vouloir mesurer la profondeur ou la distance des côtes à la proportion des matières carbonées. Toute cause qui faisait obstacle au mouvement de l'eau dans la profondeur, sur un espace donné, pouvait déterminer la formation d'une sapropélite sur l'étendue de cet espace. C'est ainsi que le Marbre noir de Golzinne, roche dont le grain d'une finesse extrême, la teinte très foncée et la grande pénurie en fossiles, réalise au plus haut degré le type d'une roche formée dans un fond extraordinairement calme, est

---

[1] Nous avons dit plus haut (p. 152, en note de la p. 151) qu'il semble en avoir été ainsi pour les schistes graptolithiques. Nous serions tenté de dire qu'il en fut de même, *dans une certaine mesure*, pour nos marbres noirs. La parfaite conservation des fossiles jointe à leur rareté relative montre, en effet, que tout au moins les métazoaires y vivaient en bien moins grande abondance que dans la plupart des autres formations.

contemporain de roches beaucoup moins fines, moins carbonées et très fossilifères, qui se formaient, non seulement à ses côtés, mais aussi plus loin vers le large. Le marbre noir de Golzinne appartient à l'âge du maximum de transgression de notre mer devonienne : il ne peut être question de le considérer comme un dépôt côtier. Mais il serait imprudent de vouloir préciser quelles furent les causes du grand calme qui caractérisa, à un moment donné, la région très limitée où se rencontre ce précieux produit. Entre les aires occupées par les courants marins, il existe des espaces où les eaux sont particulièrement calmes : il en résulte une différence dans la nature du dépôt, sans qu'aucune modification du facteur bathymétrique soit nécessaire pour cela. Mais, même si nous attribuons ce facies spécial à l'existence locale d'une fosse au fond de laquelle les courants ne se faisaient pas sentir, on ne pourrait en conclure que le fond de cette fosse était nécessairement à un niveau inférieur à celui des régions situées beaucoup plus loin vers le large où se déposaient à la même époque les calcaires pâles à grandes dalles du Sud du bassin de Namur et du Nord du bassin de Dinant.

De même, le dépôt sapropélien de Hun est contemporain de certains niveaux des Calcaires de Vaulx et des Dolomies de Marche-les-Dames et de Dave, situées beaucoup plus près de la côte et dénotant des conditions plus mouvementées; mais, d'autre part, se déposaient en même temps vers le large, à Leffe et à Dinant, le calcaire pâle, dit Calcaire violacé, et plus loin encore les calcaires zoogènes du Waulsortien supérieur, chez lesquels l'abondance de la vie et la disparition complète de la matière caustobiolithique non emprisonnée par les *Ptylostroma* (1), démontrent un milieu fort oxygéné. Un espace restreint a vu se réaliser des conditions de calme, qui s'étendront bientôt à une vaste région, lorsque se déposera le Marbre noir de Dinant.

Une fosse locale, préludant à l'enfoncement général de toute cette région, pourrait rendre compte peut-être de ces faits. Mais ce ne serait là qu'une des hypothèses possibles. Bornons-nous donc à affirmer que le marbre noir de Hun, comme celui de Dinant, s'est déposé *loin des côtes* et *au fond d'eaux très calmes,* et laissons à l'avenir le soin de préciser davantage.

La séance est levée à 22 h. 15.

---

(1) Voir H. de Dorlodot, *Véritable nature des prétendus Stromatoporoïdes du Waulsortien* (Bull. Soc. belge de Géol., t. XXV, Proc.-verb., pp. 119-133.)

SÉANCE MENSUELLE DU 23 MAI 1911.

Présidence de M. **E. Cuvelier**, *président.*

La séance est ouverte à 20 h. 35.

Décès de M. L. Zels.

Nous avons le regret d'annoncer à nos confrères la mort prématurée de M. Louis Zels, docteur en géographie, directeur de l'École moyenne de l'État, à Lokeren, professeur à l'École industrielle, à Iseghem.

Notre Collègue avait récemment exposé brillamment à notre Société les raisons d'introduire des notions de géologie dans l'enseignement moyen; il savait combien celles-ci sont indispensables à la science géographique qu'il avait approfondie.

Adoption du procès-verbal de la séance d'avril.

Ce procès-verbal est adopté sans observations.

Correspondance.

M. E. van den Broeck s'excuse de ne pouvoir assister à la séance; il nous prie de signaler que, jusqu'au 31 octobre, son adresse est aux Roches fleuries, à Genval.

Un Comité s'est formé à Bologne pour fêter le cinquantième anniversaire de la nomination du professeur Giovanni Capellini comme

professeur titulaire de l'Université de Bologne et membre de l'Académie des Sciences de cette ville. Notre Société qui, depuis sa fondation, le compte parmi ses membres d'honneur, s'associe de loin à cette manifestation.

Le Ministère des Colonies demande l'échange de notre publication avec le *Bulletin agricole du Congo belge.*

Dons et envois reçus.

6295. ... Détermination de l'altitude du Mont Huascaran (Andes du Pérou) exécutée en 1909, sur la demande de Mme F. Bullock-Workman, par la Société générale d'études et de travaux topographiques. Compte rendu de la mission. Paris, 1911. Volume in-plano de 48 pages et 12 planches.

6296 **Boegan, E.** La Grotta e il Castello di S. Servolo. Trieste, 1911. Extrait de la *Societa Alpina delle Giulie,* n° 1-2, 26 pages et 7 figures.

6297 **Collard, A.** Catalogue alphabétique des livres, brochures et cartes de la bibliothèque de l'Observatoire royal de Belgique, à Uccle. Bruxelles, 1910. Volume in-8° de 192 pages.

6298 **Ferrar, H. T.** The Movements of the Subsoil water in upper Egypt. Le Caire, 1911, brochure in-8° de 74 pages et 37 planches.

6299 **De Oliveira Ferrira Diniz, J.** Contribuiçao para o Estudo dos Tremores de terra em Portugal. Lisbonne, 1910. Extrait de l'*Associat. des Ingénieurs civils portugais,* 59 pages, 16 figures et 2 cartes.

6300 ... Rapports du Conseil d'administration et du Collège des commissaires de la Compagnie intercommunale bruxelloise des Eaux. Exercice 1910. Saint-Gilles, 1911. Brochure in-8° de 72 pages et diagrammes. (2 exempl.).

6301 **von Buttel-Reepen, H.** Aus dem Werdegang der Menschheit. Der Urmensch vor und während der Eiszeit in Europa. Iéna, 1911. Extrait de *Naturw. Wochenschr.*, N. F., X. Bd, n° 12-15. 139 pages, 109 figures et 3 planches.

6302 **Leriche, M.** Les vestiges de la mer Yprésienne entre la Flandre et l'île de France. Lille, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord,* t. XXXVIII, pp. 421-428, pl. VI, 1 figure.

6303 **Leriche, M.** Observations sur la géologie du Cambrésis et compte rendu de l'excursion de la Société géologique du Nord aux environs de Busigny et de Prémont. Lille, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, pp. 372-411, 1 planche et 14 figures.

6304 **Leriche, M.** Sur la présence de tubulures analogues aux terriers des Mygales dans des grès landeniens du Nord de la France. Lille, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXIX, pp. 371-376, 3 figures.

6305 **Leriche, M.** Sur les relations entre les bassins belge et parisien pendant l'époque tertiaire. Paris, 1909. Extr. des *Compt. rend. de l'Associat. française pour l'avanc. des Sc.* Congrès de Lille, pp. 408-410.

6306 **Leriche, M.** La « Pierre d'Ostel » (Aisne). Lille, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc géol. du Nord*, t. XXXIX, pp. 377-379, 1 figure.

6307 **Leriche, M.** Compte rendu de l'excursion extraordinaire de la Société géologique du Nord aux environs de Bruxelles. Lille, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXIX, pp. 337-342.

6308 **Leriche, M.** Sur une coquille de « Pleurotoma regularis » (ex Van Beneden) de Koninck, pourvue de deux siphons (pp. 343-344). Sur le plus ancien reste connu de l'ordre des « Pinnipèdes » (pp. 369-370), 1 figure. Lille, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXIX.

6309 **Leriche, M.** Sur la faune malacologique des grès landeniens à végétaux du Nord de la France. Lille, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXIX, pp. 133-137, 2 figures.

6310 **Leriche, M.** Note sur les poissons stampiens du bassin de Paris. Lille, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXIX, pp. 324-336, pl. 3.

6311 **Leriche, M.** Le Lophiodon du Bois-Gouët près Saffré (Loire-Inférieure). Nantes, 1910. Extr. du *Bull. de la Soc. des Sc. nat. de l'Ouest de la France*, t. X, fasc. 1-2, 4 pages, 1 planche.

6312 **Leriche, M.** Sur quelques poissons du Crétacé du bassin de Paris, pp. 455-471, pl. 6, fig. 1-8.
Note sur les poissons néogènes de la Catalogne (pp. 471-474, pl. 6, fig. 9). Paris, 1910. Extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, t. X.

6313 **Leriche, M.** Sur les premiers poissons fossiles rencontrés au Congo belge, dans le système du Lualaba. Paris, 1910. Extr. des *Compt. rend. de l'Acad. des Sc.*, t. CLI, 2 pages.

6314 **Leriche, M.** Notice sur les travaux scientifiques. Lille, 1910. Brochure in-4° de 48 pages.

6315 **Leriche, M.** L'histoire géologique de l'Ardenne. Leçon d'ouverture du cours de géologie à l'Université de Bruxelles. Bruxelles, 1911. Extr. de la *Revue de l'Université*, pp. 371-385, 5 figures.

6316 **Schardt, H.** Mélanges géologiques sur le Jura neuchâtelois et les régions limitrophes. Neuchâtel, 1911. Extr. du *Bull. de la Soc. neuchâteloise des Sc. nat.*, t. XXXVII, pp. 309-429, 21 figures et 5 planches.

Présentation et élection d'un nouveau membre effectif.

Est élu membre effectif à l'unanimité :

Le Carnegie Museum de Pittsburg, présenté par MM. Cuvelier et Greindl.

Discussion des thèses présentées antérieurement.

La signification du terme « to discolour ».

Le Secrétaire général a reçu au sujet de la traduction de ce mot par M. Stainier les deux lettres ci-dessous :

De M. G. Loppens :

« Le hasard vient de me fournir un exemple, que je n'aurais pu souhaiter plus probant, de l'emploi du mot *to discolour*. Je l'ai trouvé en lisant le numéro du 24 mars dernier du journal *The Surveyor*, organe des techniciens anglais de la voirie et des services municipaux. L'article intitulé *Spring decoration* (p. 435) contient les deux phrases suivantes : « Pure white lead is a white powder which soon becomes » *discoloured* by the action of sulphuretted hydrogen » et, plus loin : « As oxide of zinc does not blacken when exposed to sulphuretted hy- » drogen, etc. »

» Ici, comme dans la citation de Binney, il s'agit bien d'une matière naturellement blanche qui passe au noir et je traduis sans hésitation par : « La céruse pure est une poudre blanche qui noircit » rapidement sous l'action de l'hydrogène sulfuré » et « Comme le » blanc de zinc ne noircit pas quand il est exposé à l'hydrogène » sulfuré... »

» J'ai retrouvé aussi un petit dictionnaire anglais très ancien, celui de Johnson, édition abrégée de 1819. Il donne comme sens de « to discolour » : « to stain or change colour », c'est-à-dire « souiller, ternir ou changer la couleur de .. ». Mon interprétation n'est donc pas nouvelle et elle s'accorde avec les divers textes. Je suis convaincu que M. Stainier s'y ralliera cette fois, pour ne pas devoir taxer de folie non seulement Binney, mais encore l'ingénieur William Ransom, auteur de l'article du *Surveyor*. »

Voici la lettre que M. A. Kemna nous a envoyée à ce sujet :

« Je m'y connais en couleurs. Mon dictionnaire anglais (Spiers) dit pour *discolour* : décolorer, altérer la couleur ou la teinte naturelle de quelque chose; ternir; tacher; changer une couleur soit naturelle, soit artificielle; altérer en partie une couleur, déteindre.

» Ainsi, une roche naturellement noire et qui serait blanchie, est *discoloured*; une roche blanche noircie est également *discoloured*.

» Mais il y a un autre mot anglais : *to decolorize* qui signifie priver de couleur et qui a, lui, le sens du verbe français. Ainsi la roche noire blanchie est à la fois *discoloured* et *decolorised*; la roche blanche noircie est aussi *discoloured* mais *colorised*. »

J. Delecourt. — Réponse à la dernière note de M. d'Andrimont.

Les quelques mots que j'avais prononcés à notre dernière séance terminaient la discussion que j'avais eue avec M. le Prof^r d'Andrimont.

Le procès-verbal ne les ayant pas reproduits, je suis obligé de revenir sur les faits suivants :

1° A la suite de notre discussion, M. d'Andrimont a admis l'existence de l'eau globulaire. Je n'ai donc pas cru devoir encombrer les colonnes de notre *Bulletin* d'une discussion qui aurait eu pour objet de déterminer si cet état globulaire est intermédiaire entre l'état pelliculaire et l'état capillaire, ou entre l'état sec et l'état pelliculaire. Effectivement cela eût été d'un très faible intérêt !

2° Si j'avais pu savoir que les études de M. d'Andrimont sur les trajectoires suivies par l'eau dans les couches phréatiques avaient pour unique but de fournir des « schémas sans prétention », j'aurais pu m'abstenir de démontrer l'inexactitude de ceux-ci.

Communications des membres.

Maurice Leriche. — Un Pycnodontoïde aberrant du Sénonien du Hainaut. — Le genre Acrotemnus L. Agassiz. — Acrotemnus splendens de Koninck.

M. J. Cornet, professeur à l'École des Mines du Hainaut, a récemment signalé la découverte — dans la Craie de Nouvelles (Sénonien supérieur), à Harmignies, près Mons — de dents de poisson aux formes singulières, parmi lesquelles il distingua des dents du type *Ancistrodon* (1).

M. Cornet a bien voulu me confier l'étude de ces dents. Elles comprennent :

1° Cinq dents (Pl. A, fig. 1 à 5) ayant les caractères des dents auxquelles Debey (2) a donné le nom générique d'*Ancistrodon*;

2° Quatre petites dents elliptiques (Pl. A, fig. 6 à 9), à couronne arrondie, et semblables aux molaires des Pycnodontidés;

3° Six dents volumineuses (Pl. A, fig. 10 à 15), plus ou moins comprimées, dont la couronne s'élève en une crête plus ou moins profondément découpée, qui donne à plusieurs d'entre elles (fig. 11 et 15) l'aspect des molaires de certains mammifères carnassiers. Ces grosses molaires rappellent, par leur forme générale et par la crête très accusée que porte leur couronne, des dents plus petites du Sénonien anglais, pour lesquelles L. Agassiz a jadis proposé le nom générique d'*Acrotemnus* (3).

Toutes ces dents d'Harmignies ont été trouvées associées dans un même bloc de craie. Leur racine, quand elle est conservée, est formée par le même tissu osseux. L'émail de leur couronne a la même couleur et le même aspect. Il n'est pas douteux que toutes ces dents proviennent d'un même individu. Plusieurs d'entre elles (Pl. A, fig. 6

---

(1) J. Cornet, *Ancistrodon et autres poissons de la Craie de Nouvelles.* (Annales de la Société géologique de Belgique, t. XXXVI, Bull., p. 224; 1909.)

(2) Debey, in F. Roemer, *Die Kreidebildungen von Texas und ihre organischen Einschlüsse*, p. 30; 1852.

(3) L. Agassiz, *Recherches sur les Poissons fossiles*, vol. II, 2e partie, pp. 202-203, pl. LXVI*a*, fig. 16-18; 1844. M. A. Smith Woodward a récemment refiguré l'une des dents qui forment le type d'*Acrotemnus*, et qui étaient les seules du genre connues jusqu'ici. (A. Smith Woodward, *The fossil Fishes of the English Chalk* [Palæontographical Society, vol. LXIII, 1909], p. 169, pl. XXXIV, fig. 6; 1910.)

à 9), ayant la forme caractéristique des dents des Pycnodontidés, montrent que cet individu devait être étroitement apparenté à cette famille

Il ressort ainsi de la découverte faite à Harmignies :

1° Que les dents si particulières du type *Acrotemnus* appartiennent bien, comme le supposait Agassiz, à un Pycnodontoïde;

2° Que des dents du type *Ancistrodon* figurent parmi les éléments de la denture de Pycnodontoïdes.

M. A. Smith Woodward [1] avait déjà suggéré l'idée que les dents du type *Ancistrodon* trouvées dans le Crétacé, n'étaient, pour la plupart, que des dents préhensiles de Pycnodontidés. La découverte d'Harmignies vient donc à l'appui de cette idée.

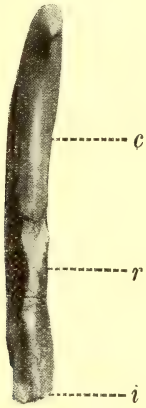


Fig. 1. — **Acrotemnus splendens** de Koninck. — Sénonien supérieur.

Dent préhensile (Pl. A, fig. 1) vue du côté postérieur. (Grand. nat.)

Localité : Harmignies.

c, couronne; *i*, point d'insertion de la racine sur la mâchoire; *r*, racine.

Malheureusement, on ne possède aucun renseignement sur le mode d'agencement des dents trouvées à Harmignies, celles-ci ayant été séparées au moment de leur extraction du bloc de craie qui les contenait. L'étude détaillée de ces dents, leur comparaison avec les quelques dents, restées en connexion, qui constituent le type du genre *Acrotem-*

---

[1] A. Smith Woodward, *Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum*, vol. III, p. 283; 1895.

— A. Smith Woodward, *The fossil Fishes of the English Chalk* (Palæontographical Society, vol. LXIII, 1909), p. 169.

nus, permettront de tenter une reconstitution de la denture du Pycnodontoïde d'Harmignies et de donner une interprétation plausible des grosses molaires tuberculeuses qui caractérisent cette denture.

Dents du type Ancistrodon (Pl. A, fig. 1 à 5). — Ces dents sont grandes, très fortement comprimées latéralement et par suite très minces (fig. 1 dans le texte). Leur couronne a la forme d'une griffe plus ou moins élargie à la base. Son bord antérieur est convexe et arrondi. Son bord postérieur est concave et plus ou moins tranchant.

La racine est très large près du collet; elle se rétrécit fortement vers la base, laquelle était soudée aux mâchoires. Ses faces sont lisses ou très faiblement plissées, et comme vernissées. Elles ont une teinte brunâtre près du collet; elles présentent une teinte plus claire près de la base.

Ces dents sont tout à fait identiques à celles qui sont connues sous le nom d'*Ancistrodon splendens* de Koninck [1], et qui ont été rencontrées dans la Craie de Meudon, près Paris, par conséquent dans une formation synchronique de la Craie de Nouvelles.

Petites molaires (Pl. A, fig. 6 à 9). — Comme on l'a dit plus haut, ces dents ont la forme générale des dents des Pycnodontidés. Elles sont elliptiques. Leur couronne porte, suivant le grand axe, une crête peu saillante, relevée en pointe vers l'une des extrémités.

Grosses molaires du type Acrotemnus (Pl. A, fig. 10 à 15). — La racine de ces dents est élevée; elle devait être plus ou moins inclinée sur la surface orale de la mâchoire et porter la couronne à une assez grande hauteur au-dessus de cette surface.

La couronne a une forme assez variable. Les formes extrêmes : 1° courte et globuleuse (fig. 12, 13); 2° allongée et comprimée

---

(1) L. de Koninck, *Notice sur un nouveau genre de poissons fossiles de la craie supérieure*. (Bulletins de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 2e sér., t. XXIX, pp. 75-79; 1870.) Le nom générique d'*Ankistrodus*, qui est proposé dans cette note, tombe dans la synonymie du nom d'*Ancistrodon* donné par Debey et publié par F. Rœmer, en 1852.

— P. Gervais, *Zoologie et Paléontologie françaises*, t. I, pp. 262-263; t. II : Explication des planches : planches LII à LXVI, p. 6 (2e édition, 1859, pp. 463-464), pl. LIX, fig. 27 (dent que Gervais rapporte alors, avec doute, à son *Onchosaurus radicalis* [non *O. radicalis* P. Gervais]); 1848-1852.

— P. Gervais, *Journal de Zoologie*, t. I, 1872, p. 395. La dent d'*Ancistrodon splendens* que Gervais figure dans l'analyse du travail de de Koninck est reproduite à nouveau dans F. Priem, *Étude des Poissons fossiles du Bassin Parisien*, p. 64, fig. 26, dans le texte; 1908.

(fig. 11, 15), sont reliées par des formes intermédiaires, élargies à une extrémité, rétrécies à l'extrémité opposée (fig. 10, 14).

La couronne de toutes ces dents est parcourue, dans le sens du plus grand diamètre, par une crête plus ou moins profondément denticulée et plus ou moins fortement rabattue sur l'un des côtés. La surface de la couronne est ainsi partagée en deux parties inégales : la plus grande est lisse; l'autre est ornée de plis transverses, qui prennent naissance à une faible distance de la crête et qui vont, en s'accentuant, jusqu'au collet.

Par comparaison avec le type du genre *Acrotemnus*, dans lequel trois dents ont conservé leurs connexions, la face plissée semble devoir être considérée comme la face antérieure, et la face lisse comme la face postérieure.

Le rejet de la crête de la couronne vers l'un des bords — le bord antérieur — et la localisation des plis à la face antérieure montrent que ces grosses molaires ont appartenu à deux groupes qui étaient formés d'éléments symétriques.

Les dents figurées sous les n°s 13 à 15 de la planche A font partie d'un premier groupe.

Les dents figurées sous les n°s 10 et 11 font partie du second groupe, auquel appartenait probablement aussi la dent figurée sous le n° 12.

Cette répartition des grosses molaires en deux groupes symétriques montre que ces dents sont des éléments de la denture spléniale.

Enfin, de la comparaison de ces grosses molaires avec le type du genre *Acrotemnus*, — type dans lequel la direction des dents restées en place semble indiquer des éléments de la demi-denture spléniale gauche, — on peut encore déduire que les dents du premier groupe sont des éléments de la demi-denture spléniale gauche, tandis que celles du second groupe sont des éléments de la demi-denture spléniale droite.

Les caractères qui viennent modifier la forme générale des grosses molaires apparaissent ou s'accusent, dans chaque groupe, dans l'ordre où ces dents sont disposées sur la planche A.

La première dent du premier groupe (Pl. A, fig. 13; fig. 2 dans le texte) possède une couronne globuleuse, dont la crête porte deux tubercules, *a*, *b*.

La seconde dent (Pl. A, fig. 14; fig. 3 dans le texte) est allongée, ovalaire, très élargie vers l'extrémité externe, très atténuée à l'extrémité opposée. Sa crête présente les deux tubercules, *a*, *b*, de la dent précédente et un troisième tubercule, *c*, peu marqué. Le tubercule *b* est subdivisé par une encoche large mais peu profonde.

Fig. 2. (Pl. A, fig. 13.)

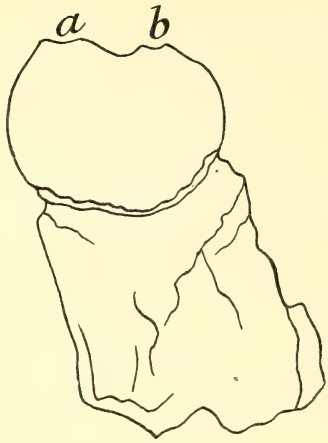


Fig. 3. (Pl. A, fig. 14.)

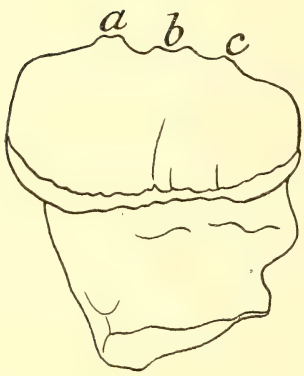


Fig. 4. (Pl. A, fig. 15.)

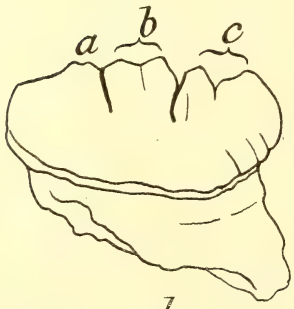


Fig. 5 à 7. (Pl. A, fig. 7 à 9) vues de profil.

Fig. 2 à 7. — **Acrotemnus splendens** de Koninck. — Sénonien supérieur. Grosses molaires spléniales gauches, de plus en plus postérieures, vues de profil (côté postérieur), et petites molaires, pour montrer la nature composite des premières. (Grandeur naturelle.) — *Localité :* Harmignies.

La troisième dent (Pl. A, fig. 15; fig. 4 dans le texte) est allongée et très comprimée. Sa crête montre les trois tubercules, *a*, *b*, *c*, de la seconde dent. Le tubercule *b* et surtout le tubercule *c* sont mieux marqués et mieux individualisés; ils sont subdivisés par une encoche large et profonde, presque aussi profonde que celles qui séparent les tubercules eux-mêmes. La crête de la couronne présente ainsi un profil très sinueux.

La dent figurée sous le n° 12 de la planche A — dent qui appartenait probablement à la demi-denture spléniale droite — occupait sans doute une position plus antérieure que celle occupée, sur le splénial gauche, par la dent qui porte le n° 13 (Pl. A).

Les deux dents du second groupe qui sont représentées sous les n°s 10 et 11 de la planche A occupaient respectivement, sur le splénial droit, une position intermédiaire entre les positions occupées, sur le splénial gauche, par les dents 13 et 14, et par les dents 14 et 15 de la même planche.

Dans la dernière dent de chacun des deux groupes (Pl. A, fig. 11 et 15), les échancrures qui séparent les tubercules *a*, *b*, *c* se prolongent au delà de la crête; elles atteignent même le bord antérieur de la couronne, et divisent transversalement celle-ci en trois parties, dont la médiane est légèrement en retrait sur les deux autres. Cette division bien marquée en trois parties porte à croire que ces dents proviennent de la fusion de trois dents simples, qui sont les molaires ordinaires des Pycnodontidés (comparer la grosse molaire figurée sous le n° 15 de la planche A avec le groupe des trois petites molaires représentées sous les n°s 7 à 9 de la même planche; voir aussi fig. 4 à 7 dans le texte).

On sait que dans la denture des Pycnodontidés les éléments d'une file dentaire alternent généralement avec les éléments des files voisines. Or, des trois parties qui constituent les grosses molaires figurées sous les n°s 11 et 15, les deux externes ont leur grand axe situé sensiblement sur la même ligne; le grand axe de la partie médiane est situé un peu en dehors de cette ligne. Cette disposition montre que les dents qui, par leur fusion, auraient donné naissance à ces grosses molaires, auraient appartenu chacune à une file différente. La fusion se serait donc faite dans le sens transversal. Ce serait un mode de fusion assez analogue à celui qui s'est produit chez les Cestraciontidés carbonifères, pour donner naissance aux plaques dentaires des Cochliodontidés [1],

---

[1] A. Smith Woodward, *The Evolution of Sharks' Teeth.* (Natural Science, vol. I, p. 673; 1892.)

mais avec cette différence que, les files dentaires étant transversales chez les Cestraciontidés, les plaques dentaires des Cochliodontidés englobent tous les éléments d'une même file, au lieu d'emprunter un élément à chaque file.

Enfin, les éléments qui constituent les files dentaires, chez les Pycnodontidés, étant, en général, d'autant plus grands qu'ils sont plus postérieurs, on devrait s'attendre à trouver, dans la denture du Pycnodontoïde du Hainaut, les plus grands éléments en arrière. Or, il ne semble pas en être ainsi. Les dents figurées sous les n°s 11 et 15 de la planche A sont moins volumineuses que plusieurs de celles qui ont dû les précéder (fig. 10, 13, 14). Il faut donc admettre que ces dernières se sont hypertrophiées (1).

Résumé et conclusions. — En résumé, la denture du Pycnodontoïde du Hainaut et, par suite, du genre *Acrotemnus*, est caractérisée par la présence : 1° de dents préhensiles du type *Ancistrodon* (2) ; 2° de grosses molaires composites et parfois hypertrophiées. L'existence, sur la couronne de ces molaires, d'une crête tranchante et parfois tuberculeuse annonce, pour ce genre, l'abandon du régime essentiellement conchyfrage des Pycnodontidés, pour un régime plus carnivore.

Par ses grosses molaires composites et hypertrophiées, comme aussi par son régime, le genre *Acrotemnus* diffère tellement de tous les Pycnodontidés connus, qu'il peut déjà être regardé comme le type d'une famille distincte, mais voisine de la famille des Pycnodontidés, la famille des Acrotemnidés.

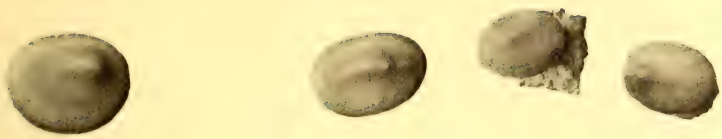
L'*Acrotemnus* du Sénonien du Hainaut — dont les dents préhensiles sont connues depuis longtemps sous le nom d'*Ancistrodon splendens* de Koninck — diffère de l'espèce type du genre (*Acrotemnus faba* L. Agassiz, de la Craie sénonienne du Sussex) par sa taille beaucoup plus grande et par ses grosses molaires composites, dont la crête est plus tuberculeuse et dont les plis de la face interne sont mieux marqués.

---

(1) Un cas analogue est celui que présente, chez les Siréniens, *Miosiren* vis-à-vis d'*Halitherium*. Chez *Halitherium* (*H. Schinzi* Kaup), la taille des quatre molaires va en croissant régulièrement d'avant en arrière. Chez *Miosiren* (*M. Kocki* Dollo), cette croissance régulière de la taille s'arrête à la troisième molaire ; la quatrième molaire est plus petite que celles qui la précèdent. Voir L. Dollo, *Première note sur les Siréniens de Boom* [résumé]. (Bull. de la Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol., t. III, 1889, pp. 416-418.)

(2) Le terme *Acrotemnus* (L. Agassiz, 1844) a la priorité sur le terme *Ancistrodon* (Debey, in F. Roemer, 1852).

6 7 8 9

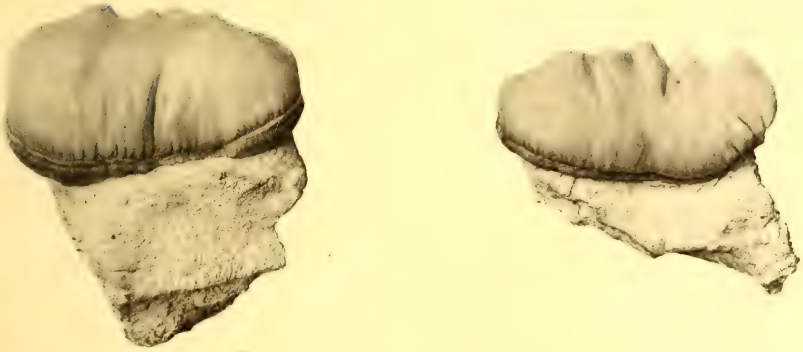


. . . . . Petites molaires vues par la face orale . . . . . .

14 15

gauches, de plus en plus postérieures, vues par la face orale . . . . . .

14*a* 15*a*



vues de profil (côté postérieur) . . . . . .

Phototypie Hellemans

. . . . . Dents préhensiles vues de profil . . . . . Dents préhensiles vues de profil . . . . . Petites molaires vues par la face orale . . . . . .

. . . Grosses molaires spléniales droites, vues par la face orale . . . . . Grosse molaire antérieure. . . . . Grosses molaires spléniales gauches, de plus en plus postérieures, vues par la face orale . . . . . .

. . . . . Les mêmes molaires, vues de profil (côté postérieur). . . . . Les mêmes molaires vues de profil (côté postérieur) . . . . . .

Acrotemnus splendens de Koninck, 1870. — **Sénonien supérieur** (Assise de Nouvelles).

Phototypie Hellemans

Dents provenant d'un même individu. — Grandeur naturelle. — *Localité :* Harmignies.

MAURICE LERICHE. — UN PYCNODONTOÏDE ABERRANT DU SÉNONIEN DU HAINAUT

G. Hasse. — Une défense de morse dans le Pliocène à Anvers.

BIBLIOGRAPHIE.

Barret-Hamilton, J., Exhibition of a pair of tusks and remark upon *Trichecus obesus*. (*Proc. Zool. Soc.*, p. 266, London, 1897.)

Blainville, Ducrotay de, Ostéographie-Phoca, *Trichecus*, Paris, 1860.

Flower and Lydekker, Mammals living and extinct. Adam and Ch. Black, p. 596, London, 1881.

Hasse, Georges, Les Morses du Pliocène poederlien à Anvers. (*Bull. Soc belge Géol.*, Bruxelles, 1910.)

Lankester, E. Ray, *Trichecodon Huxleyi*, a new mammalian fossil from the red crag of Suffolk. (*Proc. Zool. Soc.*, London, 1865.)

Lankester, E. Ray, On the tusks of the fossil walrus found in the red crag of Suffolk. (*Journ. Linn. Soc.*, vol. XV, nº 83, London, 1880.)

Rutten, L., On fossil Trichechids from Zealand and Belgium. (*Koninkl. Akad. van Wetensch.*, Amsterdam, 1907.)

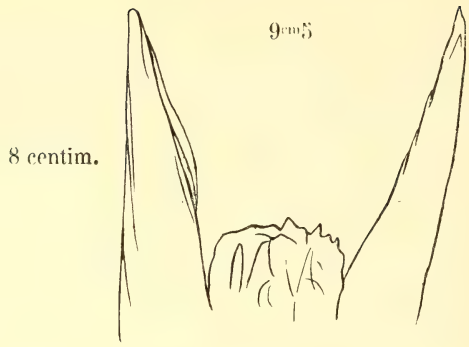
Van Beneden, P.-J., Ossements fossiles du Pliocène d'Anvers. (*Ann. Mus. roy. Hist. natur.*, Bruxelles, 1878.)

En présentant, en 1910, à la Société belge de Géologie mon mémoire sur les morses du Pliocène poederlien, je regrettais de ne pouvoir présenter parmi les nombreux restes recueillis aucune canine ou défense de morse adulte; je viens aujourd'hui compléter ce mémoire et décrire une défense de morse adulte trouvée le 7 mars 1911 à Anvers, dans les travaux d'extension maritime au Nord de cette ville.

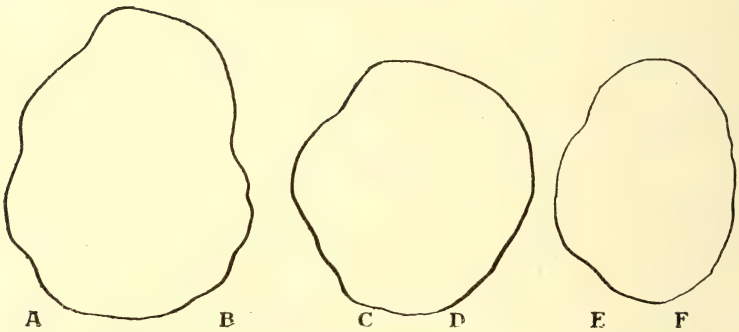
L'ossement du morse fut trouvé à 60 mètres du mur Nord dans la darse 3, cumulée 1080, à la cote — 8.90, dans le service du dévoué conducteur principal M. Missoten.

Voici exactement le gisement :

	Cotes	Épaisseurs.
	—	—
Argile des polders	+ 1.994	0 95
Tourbe	+ 1.04	0 64
Flandrien	+ 0 40	0.10
Poederlien	+ 0.30	9.65
Premier banc pliocène scaldisien	— 8.35	0.30
Second banc pliocène scaldisien	— 8.65	1.20
Niveau du gisement	— 8.90	
Diestien	— 9.85	

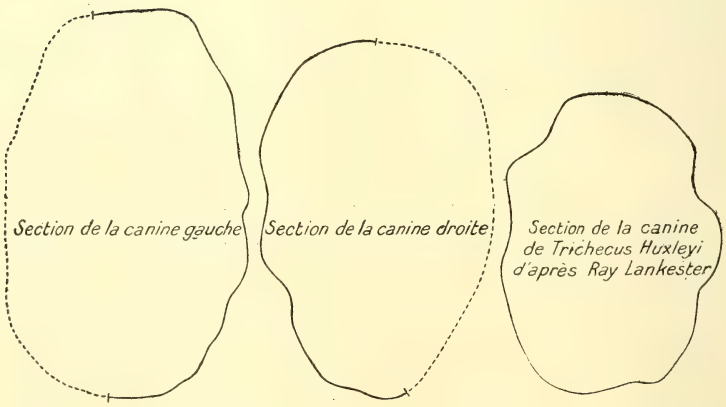


COUPE *AB*.
Racine de la canine.

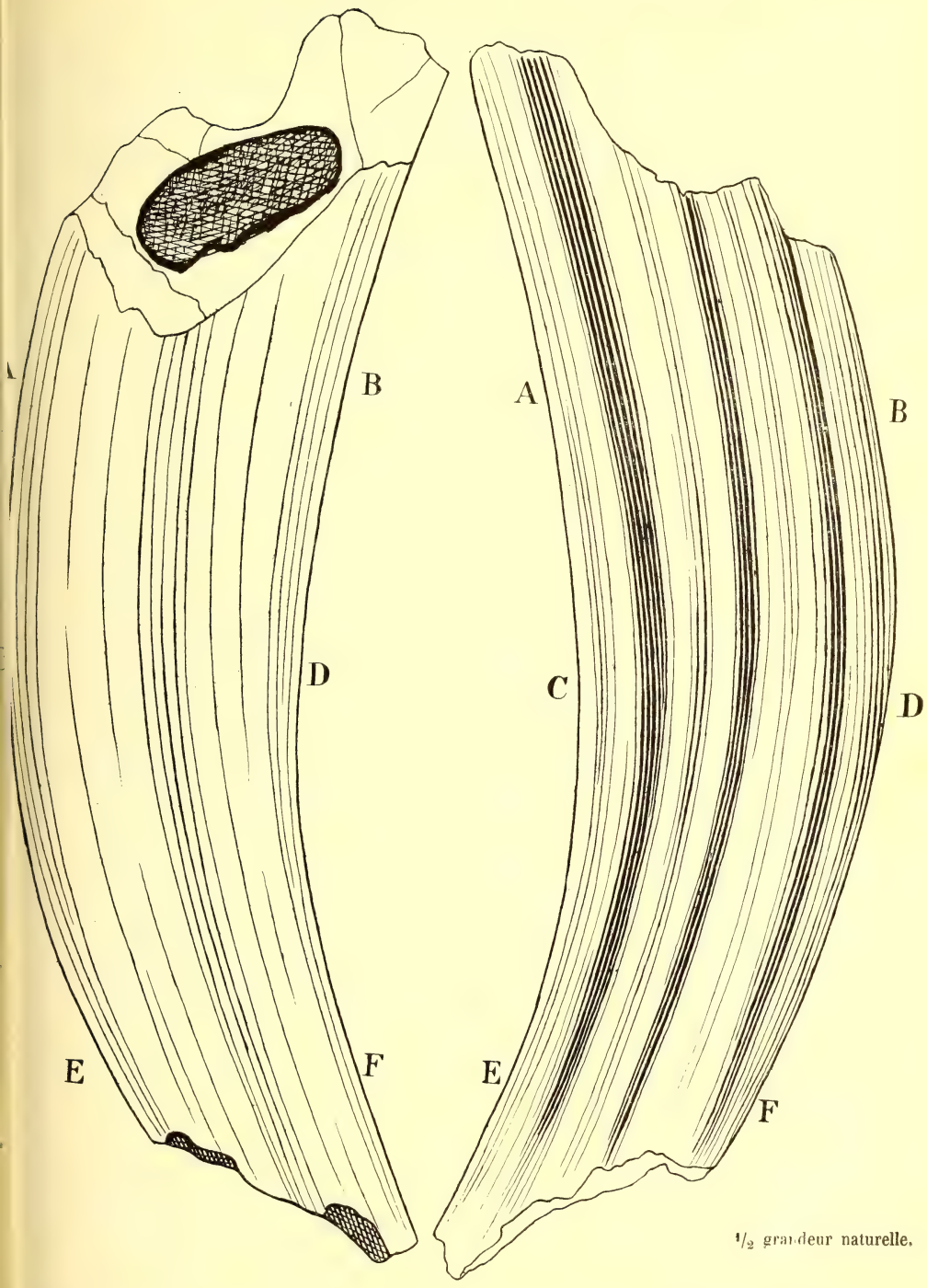


Pourtour : 24 centim.	Pourtour : 22 centim.	Pourtour : 18 centim.
Diamètre : 6 × 8	Diamètre : 6 × 7	Diamètre : 4.5 × 6

1/2 grandeur naturelle.



1/2 grandeur naturelle.



Longueur : 31 centimètres et 23 centimètres. – Longueur totale probable : 45 centimètres.
Alachtherium Antwerpiensis (G. Hasse, 1910).

La défense gisait dans le second banc scaldisien, au-dessus de la bande calcareuse de contact du Diestien.

La canine de morse est celle de gauche d'un morse entièrement adulte; elle mesure 31 centimètres de longueur et atteignait probablement, étant complète (car la pointe manque), 45 centimètres; les plus grands diamètres près de la racine sont de 8 centimètres et de 6 centimètres.

La face interne présente trois profondes cannelures, la face externe de légères cannelures; l'incurvation est un peu plus grande que pour le morse actuel.

Cette canine ne peut être rapportée à *Trichecus Huxleyi* décrit par Lankester, les cannelures profondes n'existant que sur la face interne ici, comme chez *Alachtherium Antrocipiensis* (G. Hasse, 1910); elle ne peut pas être rapportée non plus à *Trichecodon Konincki* décrit par Van Beneden, parce que la canine de ce type étant très abîmée et perdue depuis, on ne peut raisonnablement la comparer; les cannelures, les diamètres et la courbure nous font attribuer cette canine gauche au type *Alachtherium Antwerpiensis* (G. Hasse, 1910).

Une phalange d'un membre antérieur retrouvée dans le même gisement scaldisien est rapportée aussi au type *Alachtherium Antwerpiensis*, ainsi qu'une phalange d'un membre postérieur trouvée dans le Diestien, aux bassins intercalaires, et une phalange trouvée dans les sables noirs dits miocènes au nouvel arsenal, Longue rue d'Argile.

Deux vertèbres dorsales de morse rapportées au même type *Alachtherium Antwerpiensis* ont aussi été retrouvées dans le Scaldisien à Anvers.

Il résulte donc de ces diverses découvertes que le morse a vécu à Anvers pendant toutes les périodes du Pliocène et du Miocène.

Grâce à la courtoisie scientifique du Musée royal d'Histoire naturelle et de son savant directeur M. Gilson, j'ai pu étudier cette défense; aussi ai-je fait don au Musée de tous les ossements qui font l'objet de cette étude.

A. Hankar-Urban. — **Note sur les mouvements et ruptures spontanés des roches (bendons, bergschläge, autoclases, etc.).**

Afin de compléter les renseignements donnés précédemment dans ces publications [1] au sujet des phénomènes de mouvements ou fractures spontanés que l'on constate parfois dans les travaux de mines, de carrières, de tunnels, etc., nous signalerons les observations qu'a faites M. T. Nelson Dale sur les granits de plusieurs États de l'Est des Etats-Unis et qui sont relatées dans les *Bulletins* ci-après du Service géologique des États-Unis, œuvres de cet auteur :

N° 313. — *The Granites Maine*, 1907.

N° 354. — *The Chief commercial Granites of Massachusetts. New Hampshire and Rhode Island*, 1908.

N° 404. — *The Granites of Vermont*, 1909.

Les constatations faites par M. Nelson Dale rappellent entièrement les observations rapportées par divers auteurs et que j'ai signalées dans mes notes antérieures : resserrement des coupes faites transversalement à la direction de la pression existante, écrasement des parties de roche que laissent entre eux les trous de perforation et ovalisation de ceux-ci, fissuration spontanée de la roche, parfois avec explosion ou soulèvement en forme d'arche des feuillets ainsi détachés (3 $^1/_2$ pouces de flèche dans un cas; Maine, p. 29), décollement des bancs de fond des carrières avec flexion légère de ces bancs parfois épais ($^1/_2$ pouce de flèche pour un banc de plusieurs pieds; Massachusetts, p. 93), etc.

M. Nelson Dale ne signale que rarement la projection de fragments et, dans l'ensemble, les manifestations rapportées sont de peu d'importance; mais ce qui fait l'intérêt des travaux du géologue américain au point de vue spécial envisagé ici, c'est le nombre respectable d'observations réunies par lui, et décrites de façon très précise.

---

[1] *Note sur les mouvements spontanés des roches dans les carrières.* (T. XIX, 1905, Mém., p. 527.) — *Deuxième note sur les mouvements spontanés des roches dans les mines, les carrières, etc.* (T. XXI, 1907, Mém., p. 21.) — *Troisième note sur les autoclases ou ruptures spontanées des roches dans les mines, les carrières, etc.* (T. XXIII, 1909, Proc.-verb., p. 260.)

L'étude des observations de M. Nelson Dale permet de constater que l'on ne trouve pas, même en se limitant à certaines régions, la constance dans la direction de la pression que M. le professeur Niles, se basant sur le petit nombre d'observations qu'il avait pu faire ou qui lui avaient été signalées entre 1870 et 1876, avait cru exister sur une partie importante du territoire des États-Unis et qui lui avait fait rapporter les pressions constatées à un même mouvement orogénique d'ordre général et étendu.

Néanmoins, les nombreuses observations de M. Nelson Dale établissent nettement que dans la plupart des cas, il y a dans chaque carrière une direction de pression unique et bien marquée. Ce n'est qu'exceptionnellement que l'on a reconnu l'existence de deux ou de plusieurs directions de pression. Cela ne permet pas de rapporter, du moins comme règle générale, les tensions constatées à l'augmentation de volume de la roche résultant de son altération.

M. Nelson Dale est disposé à attribuer les phénomènes constatés dans les granits de l'Est américain à la même cause qui a divisé la roche en pseudo-bancs et produit notamment la structure en oignon de certains dômes de granit.

Examinant les diverses causes qui ont été invoquées pour expliquer la formation des joints plus ou moins parallèles à la surface de la roche, il ne retient comme causes « générales » possibles agissant à grande distance de la surface que les pressions latérales, qui, pour lui, ont commencé à agir dès la solidification du granit et contribuent encore aujourd'hui à la formation ou à l'extension de joints.

Sur l'origine même de ces pressions latérales, il ne se prononce pas et il semble admettre comme explication possible notamment les plissements de l'écorce terrestre et l'expansion due à la dénudation invoquée par Gilbert et que j'ai rapportée dans ma troisième note.

M. Nelson Dale insiste sur le fait que sur plus de cent carrières qu'il a examinées, rien que dans le Maine, il a très généralement constaté un parallélisme marqué entre les bancs et la surface supérieure de la roche; mais il fait observer qu'il est difficile de décider si c'est l'érosion des massifs granitiques qui a été influencée par la structure de ceux-ci ou si c'est la division en bancs qui a été influencée par la forme extérieure des dômes.

M. le Prof^r Rzehak, de Brünn, dans un article : *Beiträge zur Kenntnis der Bergschläge* (1), rend compte de ma *Troisième note* et se rallie à

(1) *Zeitschr. für prakt. Geologie*, 1910, pp 217-224.

l'opinion que j'y exprime au sujet des vues de M. Cornet sur le rôle de l'altération comme cause d'autoclase. Il rappelle ensuite les idées émises en 1854 par O. Vogler (*Poggendorff's Annalen der Phys. und Chem.*, t. LXIII, S. 66 g 225), sur les causes des pressions latérales, bergschläge, bendons, etc., au nombre desquelles cet auteur ancien range la cristallisation et l'altération des éléments des roches.

D'après M. Rzehak, une étude récente de M. le Dr A. Böhm von Böhmersheim : *Applattung und Gebirgsbildung* (Leipzig und Wien, F. Deuticke, 1910), montre que la diminution de l'aplatissement de la terre permet d'expliquer la formation des montagnes et, subsidiairement, l'existence de bendons à petite distance de la surface.

M. le Profr Rzehak fait remarquer que l'on n'a pas jusqu'ici signalé de bendons dans des roches éruptives récentes et en voie de refroidissement et de cristallisation, ce qui lui semble établir que l'on ne peut guère invoquer ces deux causes pour expliquer les bendons.

Enfin, M. Rzehak cite deux observations de la pratique industrielle qui rappellent les ruptures spontanées de la nature. L'une est relative à l'éclatement d'un plancher en béton qui avait été fortement échauffé, mais qui, au moment de la rupture, était tout à fait refroidi. L'éclatement en question avait détaché du plancher une plaque en forme de bouclier elliptique, de 35 × 40 centimètres, à bords minces, rappelant les écailles qui se détachent parfois des roches fortement échauffées par le soleil.

L'autre observation concerne des phénomènes que l'on peut constater lorsque l'on enlève au moyen d'un acide la couche intérieure d'émail d'un objet émaillé aussi à l'extérieur : on voit apparaître sur la couche externe des crevasses et, en certains points, des petits éclats ronds à bords tranchants rappelant les bendons qui se détachent avec détonation et projection. On reconnaît à l'examen que le diamètre de l'objet a diminué, ce qui montre qu'il y avait dans les parois des efforts tangentiels.

A Quenast, depuis la publication de ma troisième note, il y a eu quelques cas de ruptures de bendons avec petites projections, mais qui n'ont rien présenté de particulier que je n'aie eu déjà l'occasion de signaler antérieurement.

E. Maillieux. — **Apparition de deux formes siegeniennes dans les schistes de Mondrepuits.** (Planche B.)

La remarquable collection dont le Musée royal d'Histoire naturelle vient de s'enrichir grâce à la générosité de feu E. de Jaer renferme, entre autres, quelques fossiles recueillis à Macquenoise, dans les schistes de Mondrepuits. Les uns sont identiques aux formes de Mondrepuits, mais il s'y trouve deux espèces non encore signalées dans cette faune si spéciale qui caractérise les dépôts néritiques du Gedinnien inférieur. Elles offrent cette particularité intéressante que, jusqu'à présent, on ne les avait encore rencontrées que dans les sédiments d'âge siegenien. Ces espèces sont *Orthis (Proschizophoria) personata* Zeiler, et *Orthothetes ingens* Drevermann.

Dans un savant travail publié récemment (1), notre collègue M. Leriche a fait connaître que, contrairement à l'opinion universellement admise jusqu'ici, la partie inférieure du Gedinnien doit être rangée au sommet du Silurien, des découvertes récentes ayant nettement montré que la faune de ces dépôts n'est autre que celle du *Ludlow supérieur* de l'ouest de l'Angleterre (2). Seuls, les schistes d'Oignies et les schistes de Saint-Hubert, d'origine plutôt lagunaire ou lacustre, appartiennent réellement au Dévonien. Nous adoptons d'autant plus volontiers les conclusions de notre savant confrère que, de notre côté, nous avions déjà remarqué notamment les affinités qui unissent le *Spirifer Mercurii* Gosselet, de Mondrepuits, au *Spirifer sulcatus* His, du Gothlandien; affinités tellement étroites, qu'il y a lieu d'examiner si, en réalité, le *Spirifer Mercurii* n'est autre qu'une simple variété de la forme suprasilurienne précitée.

L'apparition de deux espèces siegeniennes au sein de la faune de Mondrepuits n'apporte aucun argument opposable aux vues de M. Leriche. Elle n'a d'ailleurs rien d'étonnant, si l'on considère combien l'assise de Ludlow, à laquelle correspond la partie inférieure

---

(1) *Histoire géologique de l'Ardenne.* (Revue de l'Université de Bruxelles, mars 1911, pp. 376, 377.)

(2) *Loc. cit*, p. 377, note 1.

de notre Gedinnien, est relativement peu éloignée de l'étage Siegenien, puisque l'une constitue l'extrême sommet du Silurien, et que l'autre est presque l'extrême base de notre Dévonien, du moins de notre Dévonien marin. Le fait que nous signalons dans ces lignes prouve une fois de plus combien peu nous connaissons encore l'extension verticale des espèces, et combien il est nécessaire, pour la caractéristique des niveaux, d'envisager, comme nous l'avons dit déjà [1], non quelques formes isolées, mais l'ensemble des groupes fauniques.

L'intérêt que présente l'existence des deux espèces que nous avons ici en vue, dans un milieu où elles n'étaient pas encore connues, nous a paru mériter au moins la comparaison des caractères des spécimens gedinniens avec ceux de leurs descendants de la période siegenienne. Comme on s'en rendra compte par la brève description et par les figures qui suivent, ces deux formes n'ont pas varié au cours de leur extension verticale.

MOLLUSCOIDEA. — BRACHIOPODA.

Articulata Huxley; *Aphaneropegmata* Waagen.

Famille : *Strophomenidae* King.

Genre Orthis Dalmann.

Sous-genre Proschizophoria nov. sub. gen.

Type du sous-genre : *Orthis (Proschizophoria) personata* Zeiler (emendatio Kayser).

Caractères du sous-genre : Diffère du groupe des *Schizophoria* Hall et Clarke par la structure des empreintes musculaires et par la puissance des organes de la charnière. Ces caractères ont été clairement exposés par M. D. Oehlert [2] et nous les rappelons brièvement ci-après :

Valve ventrale très épaisse, possédant des empreintes musculaires fortement excavées. Ces empreintes comprennent de larges déducteurs entre lesquels se trouvent les adducteurs. Le fort septum médian sur lequel les adducteurs des *Schizophoria* venaient s'insérer, n'existe pas ici.

A la valve dorsale, les cloisons fovéales ne se prolongent pas à l'inté-

---

(1) *Bull. Soc. géol. de Belgique*, t. XXIV, 1910, Proc.-verb., p. 215.

(2) *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. V, 1891, Mém., p. 7.

rieur de la valve; la crête médiane est fortement développée, et le tubercule allongé qui existe au centre du plateau cardinal est plus prononcé que chez les *Schizophoria*. Les adducteurs sont divisés transversalement par une ligne subdroite, alors que, chez les *Schizophoria*, cette ligne est oblique.

Ces différences sont tellement saillantes que Béclard avait jugé avec raison qu'il convenait de créer, pour son *Orthis musischura*, un sous-genre nouveau. L'avis opposé de M. D. Oehlert (1) l'en empêcha; mais nous croyons, avec M. Drevermann (2), que l'opinion de Béclard était pleinement justifiée; aussi n'hésitons-nous pas à proposer d'établir, dans le genre *Orthis*, un nouveau groupe auquel nous donnons le nom de *Proschizophoria*, tant à cause des rapports extérieurs qui existent entre le type de ce groupe et les formes du groupe *Schizophoria*, que de l'antériorité de l'apparition de l'*Orthis personata*, lequel serait donc une espèce siluro-dévonienne.

Orthis (Proschizophoria) personata Zeiler (*emendatio* Kayser).

(Pl. B, fig. 1.)

1857. **Orthis personata**, Zeiler, *Verhandl. der naturhist. Vereins für Rheinl.-Westfal.*, p. 48, pl. IV, fig. 11 cœt. excl.).

1864-1865. **Orthis hypharionyx?** Davidson, *Monogr. British Devon. Brachiop.*, p. 90, pl. XVII, fig. 8, 9, 10? 12 (cœt. excl.).

1886. **Orthis provulvaria**, Maurer, *Fauna der rechtsrhein. Unterdevon*, p. 21 (Non : *O. provulvaria* Maurer, 1893).

1890. **Orthis personata**, Kayser, *Fauna des Hauptquarzits und der Zorger Schiefer*, p. 55.

1890. **Orthis personata**, Kayser, *Beiträge zur Kenntniss der Fauna der Siegenschen Grauwacke*, p. 98, pl. XI, fig. 3 à 5; pl. XII, fig. 1 à 4.

1892 **Orthis musischura**, Béclard, *Fossiles nouveaux du Dévonien inférieur de la Belgique*, Bull Soc. belge de Géol., t. V, 1891, Mém , p. 6, pl. IV, fig. 1 à 6.

1904. **Orthis (Schizophoria) personata**, Drevermann, *Die Fauna der Siegener Schichten von Seifen unweit Dierdorf (Westerwald)*, p. 264, pl. XXXI, fig. 1 à 8.

Le Musée royal d'Histoire naturelle ne possède, de cette provenance, qu'un seul exemplaire, représenté par le moule interne de la valve

---

(1) *Loc. cit.*, p. 7.

(2) *Die Fauna der Siegener Schichten von Seifen*, 1904, p 265.

dorsale d'un individu de taille moyenne; mais il présente nettement tous les caractères morphologiques extraordinaires de l'espèce, et sa comparaison avec les nombreux spécimens d'*O. personata* du Taunusien et de la base de l'Hunsrückien du Musée ne laisse pas la moindre place au doute. On y reconnaît notamment toute la puissante structure de la charnière (empreintes des plaques dentales très développées) et la forme typique des empreintes musculaires, montrant l'empreinte de la crête médiane qui sépare les adducteurs, et la division de ceux-ci en deux parties par une crête faiblement courbée et sensiblement parallèle au bord cardinal. Le creux caractéristique en forme de gouttière, qui se trouve en avant, sous le crochet, est entièrement semblable à celui des *O. personata* du Siegenien. La valve est fortement bombée et laisse voir des traces de côtes rayonnantes assez fortes, entre lesquelles d'autres côtes plus faibles s'intercalent.

Genre Orthothetes Fischer.

Orthothetes ingens Drevermann.

(Pl. B, fig. 3 à 5.)

1864-1865. **Streptorhynchus gigas**, Davidson pro parte, *Monogr. British Devonian Brachiop.*, p. 83, pl. XVI, fig. 4 (cæt. excl.).

1887. **Streptorhynchus umbraculum**, Béclard, *Les fossiles coblenziens de Saint-Michel*, Bull. Soc. belge de Géol., t. I, Mém., p. 86.

La soi-disant granulation des côtes signalée (p. 87) par Béclard est due à de fins cristaux de quartz qui se sont déposés sur l'empreinte, et qui n'ont rien à voir avec les caractères morphologiques de la coquille.

1893. **Streptorhynchus gigas**, Maurer, *Mittheilungen über einige Brachiop. aus der Grauwacke von Seifen*, Neues Jahrb. für Min., t. I, p. 4, pl. I, fig. 1 à 4.

1904. **Orthothetes ingens**, Drevermann, *Die Fauna der Siegener Schichten von Seifen*, p. 278, pl. XXXII, fig. 7 à 9.

La collection de Jaer renferme, du gîte de Macquenoise, les restes de trois individus appartenant à cette espèce : deux valves ventrales, dont une est un moule interne et l'autre l'empreinte externe d'un second individu, et une valve dorsale représentée par un moule interne accompagné de l'empreinte externe de la coquille.

Les valves dorsales sont concaves et se bombent dans la région umbonale; la valve dorsale est fortement convexe. On ne peut les séparer des spécimens du Siegenien, dont M. Drevermann a donné une excellente description.

Peut-être conviendrait-il d'ajouter à la synonymie de l'espèce

l'*Orthis subarachnoidea?* Arch. Vern., indiqué dans les schistes de Mondrepuits par M. Gosselet (*Esquisse géologique*, 1880, pl. I, fig. 10), et que le même auteur a reconnu ensuite être un *Streptorhynchus* (voir *L'Ardenne*, 1888, p. 190, où il signale ce fossile sous le nom de *Streptorhynchus subarachnoidea* Vern.); or, l'*Orthis subarachnoidea* étant une *Stropheodonta*, il y a certainement une erreur de détermination de la part de notre éminent collègue; mais alors le dessin de la planche I, figure 10, de l'*Esquisse géologique* serait probablement un peu inexact, car il montre une forme plus longue que large, et il indique le bord cardinal moins long que la plus grande largeur de la coquille, ce qui ne se rapporte pas aux caractères correspondants de l'*Orthothetes ingens* et des spécimens de Macquenoise.

EXPLICATION DES FIGURES DE LA PLANCHE B.

Fig. 1. — **Orthis (Proschizophoria) personata** Zeiler.

Moule interne naturel de la valve dorsale d'un individu de taille moyenne.

Schistes de Mondrepuits.

Localité : Macquenoise.

(Coll. Mus. roy. d'Hist. nat. — Don E. de Jaer.)

Fig. 2. — **Orthis (Proschizophoria) personata** Zeiler.

Moule interne naturel de la valve dorsale d'un individu adulte, figuré pour la comparaison.

Base du Hunsrückien (*Sg. 2a*).

Localité : Mirwart (feuille Grupont 8699*a*).

(Coll. Mus. roy. d'Hist. nat.)

Fig. 3-5. — **Orthothetes ingens** Drevermann.

3. Empreinte externe de la valve ventrale d'un individu adulte.

4. Moule interne naturel de la valve ventrale d'un autre individu adulte.

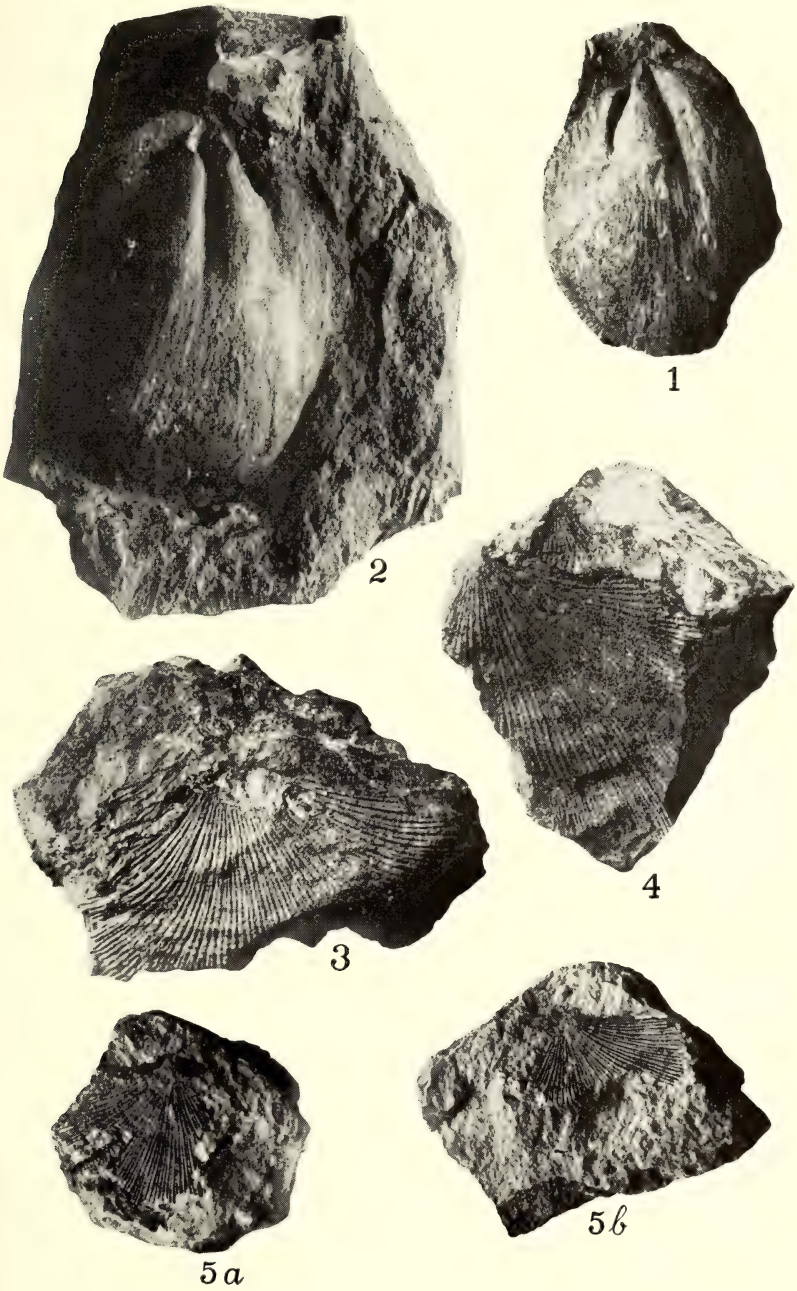
5*a*. Moule interne naturel de la valve dorsale d'un individu jeune.

5*b*. Empreinte externe de la même valve.

Schistes de Mondrepuits.

Localité : Macquenoise.

(Coll. Mus. roy. d'Hist. nat. — Don E. de Jaer.)


1
2
3
4
5a
5b

ANNEXE AU PROCÈS-VERBAL

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE

Prof^r Dr H. von Buttel-Reepen. — **Aus dem Werdegang der Menschheit. Der Urmensch vor und während der Eiszeit in Europa.**

Le petit livre nouveau : *Aus dem Werdegang der Menschheit. — Der Urmensch vor und während der Eiszeit in Europa*, de M. le Prof^r Dr H. von Buttel-Reepen, d'Oldenburg, est l'une des nombreuses manifestations causées par l'expansion subite et libérée des études concernant l'Homme préhistorique en Allemagne, ou plutôt dans tous les pays de langue allemande.

Jusque dans ces derniers temps, ces études avaient été mises en tutelle par l'un des savants les plus éminents d'Allemagne, qui exerçait sur elles une pression telle que toute initiative avait totalement disparu.

Comment oser parler des caractères des primitifs, des hommes de Neanderthal ou de Spy, lorsque le maître déclarait qu'à ses yeux ces restes ne représentaient que des cas pathologiques?

Aussi le silence s'était étendu sur tout ce qui touchait à la Préhistoire proprement dite et les régions de langue allemande n'étaient guère représentées parmi celles où la science de l'Homme quaternaire est en honneur.

La disparition de l'homme éminent qui arrêtait net le mouvement préhistorique en Allemagne vint toutefois libérer les consciences, et aussitôt ce fut, avec un soupir de soulagement, une véritable explosion de recherches, d'études et de travaux relatifs à l'homme préhistorique en général, la prise en considération de tous les matériaux recueillis en pays étrangers.

L'Allemagne n'ayant guère été explorée jusqu'ici au point de vue de l'Homme quaternaire, l'attention s'est portée, en attendant les résultats qui commencent à arriver, sur les découvertes faites en France, en Belgique et en Angleterre : aussi la plupart des nouveaux livres d'auteurs allemands, souvent intéressants et dépourvus de dogmatisme, sont-ils remplis de la description des magnifiques trouvailles faites dans les pays voisins et, pour le moment, ce sont les crânes de la Chapelle-aux-Saints, de Spy, de Combe Capelle, de Menton, de Cro-Magnon, etc., qui se placent en première ligne et sont décrits et figurés très exactement, accompagnés des reproductions des instruments d'os et de pierre rencontrés dans les gisements.

Mais avec la fameuse mâchoire de Mauer, l'Allemagne entre brillamment dans la lice, et l'exploration de nombreuses cavernes, tant en Wurtemberg qu'en Moravie, en Hongrie, en Croatie et en Pologne, apportera inévitablement à la science des matériaux importants et nouveaux.

Ce qui frappe dans tous les nouveaux travaux allemands et hongrois, c'est la place prépondérante accordée à la géologie pour l'établissement de la chronologie.

Ici, il n'y a plus d'*École*, il n'y a que des personnes, pas toujours d'accord entre elles, mais dont le principal souci est de dater les pièces par l'application stricte de la géologie et de la paléontologie.

C'est dans cet ordre d'idées que le livre de M. le Prof^r Dr H. von Buttel-Reepen a été écrit ; en plus, il se recommande par de très nombreuses illustrations judicieusement choisies, qui facilitent beaucoup la lecture du texte.

Les personnes qui désirent se documenter peuvent donc lire avec sécurité ces manuels, généralement au courant des dernières découvertes, et en tirer profit.

E. Sommerfeldt. — **Sur un nouveau comparateur optique.**

On a imaginé un grand nombre d'accessoires pour le microscope minéralogique, mais on n'a pas apporté assez de soin dans leur construction pour les employer à tous les usages dont ils sont susceptibles.

Il est vrai que plus un instrument reçoit de perfectionnements et d'adaptations nouvelles, plus il se complique, et moins il est capable de subir des perfectionnements nouveaux.

Cependant, il est indispensable, d'autre part, de bien saisir toutes les utilisations auxquelles un appareil peut se prêter.

Le *comparateur de Michel-Lévy* est un appareil très utile pour mesurer la double réfraction.

Pourtant, il semble qu'on ne s'en sert pas beaucoup, et cela tient à son prix élevé pour un usage aussi spécial.

Nous en trouvons la description dans le *Bulletin de la Société minéralogique de France* (1) et dans l'ouvrage bien connu : *Les minéraux des roches*, par Michel-Lévy et Lacroix (2).

Le meilleur instrument de ce type est celui construit par M. Fuess et décrit par C. Leiss (3).

Je me propose de montrer aujourd'hui que le *microscope de Kœnigsberger* est à même, par une modification appropriée, de servir aussi de comparateur.

Kœnigsberger a imaginé son microscope pour mesurer l'anisotropie des lames métalliques polies.

---

(1) Michel-Lévy, *Bull. Soc. min. de France*, 1883, VI, pp. 143-161.

(2) Michel-Lévy et Lacroix, *Les minéraux des roches*, 1888, pp. 54-59.

(3) C. Leiss, *Neues Jahrbuch für Mineral.*, Beil., 1889, Bd. VII, p. 77. — C. Leiss, *Die optischen Instrumente der Firma R. Fuess*, 1899, pp. 224-226.

Nous en trouvons la description dans des publications nombreuses [1], et Kœnigsberger lui-même a montré son fonctionnement au Congrès des Naturalistes de Dresde, en 1908.

L'appareil de Kœnigsberger se trouve dans la partie supérieure de la figure 1.

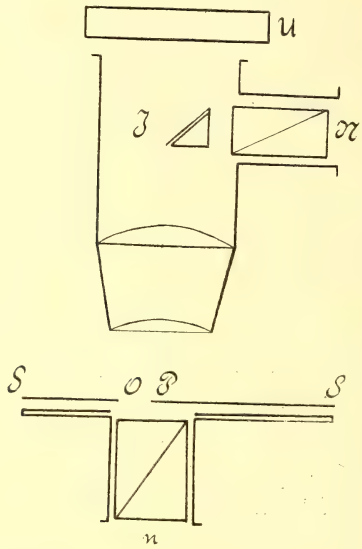


Fig. 1. — Comparateur nouveau.

Un nicol N est installé dans un tube perpendiculaire à l'axe du microscope au-devant d'un illuminateur vertical I.

La lumière tombe donc verticalement sur la lame métallique opaque à étudier, s'y réfléchit, puis traverse une plaque mince U (lame auxiliaire) et enfin l'analyseur et l'oculaire.

Naturellement, l'analyseur et le polariseur sont croisés.

La plaque U est une lame de teinte sensible de Klein-Soleil pour les cristaux opaques (méthode de Kœnigsberger) [2].

---

[1] Koenigsberger, *Metallurgie*. (Zeitschr. für das gesammte Metallhüttenwesen, 1909, VI, pp. 605-608.) — Koenigsberger, *Centralblatt für Mineralogie*, 1908, pp. 565-573 et 597-605.

[2] Wülfing a montré qu'on ne peut faire usage d'une lame de gypse de la teinte rouge sensible (*Sitzungsber. der Heidelberger Akad. der Wissensch.*, 1910, Abh. 24).

Pour les cristaux transparents, je propose de la remplacer par une lame de quartz taillée, parallèlement à l'axe, en biseau très aigu.

Il suffit d'illuminer une moitié P du champ visuel avec l'échelle des teintes de polarisation, en faisant apparaître le cristal d'essai dans son autre moitié O.

Par cette moitié, on fait passer les rayons d'un microscope ordinaire, de manière qu'un autre nicol **n** se trouve au-dessous de la lame.

Un diaphragme SS éteint les rayons venant du polariseur **n** dans la moitié P.

L'appareil ainsi modifié remplace le comparateur de Michel-Lévy pour tous les cas.

Je m'empresse de signaler que l'on rencontre dans un appareil construit par C. Leiss [1] une certaine ressemblance avec celui que je viens de proposer.

Leiss a décrit, en effet, un oculaire-comparateur, c'est-à-dire un oculaire contenant une lame taillée en biseau aigu. Une échelle graduée se trouve sur la lame pour mesurer le biseau. Et on peut voir les teintes de polarisation de cette lame dans une moitié du champ visuel, et le cristal d'essai dans l'autre.

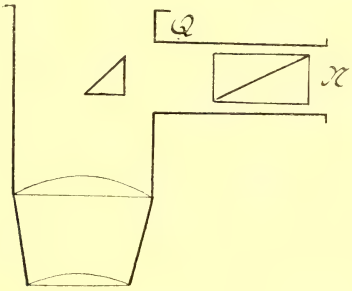


Fig. 2.

Le défaut de cet instrument, c'est qu'il n'est propre qu'à l'étude de petits fragments, qui ne prennent que la moitié du champ visuel.

Or, c'est un cas très rare dans les recherches pétrographiques : en général, l'échelle des teintes de polarisation et la couleur de l'objet à examiner chevauchent l'une sur l'autre.

---

[1] C. Leiss, *Die optischen Instrumente der Firma R. Fuess*, 1895.

Mon appareil est beaucoup plus avantageux que celui de C. Leiss, et il est plus simple que le comparateur de Michel-Lévy.

Le prix élevé de l'instrument du savant français est dû à son mécanisme très compliqué : deux prismes à réflexion totale et deux nicols sont absolument nécessaires pour le comparateur de Michel-Lévy, et, malgré tout cela, il ne peut servir pour les cristaux opaques.

Au lieu de réunir le tube avec l'oculaire, comme l'indique Michel-Lévy, il est préférable de le placer au-devant de l'illuminateur vertical.

Mais on peut continuer à laisser la lame auxiliaire dans le tube Q, comme l'indique le savant français.

La figure 2 montre cette dernière disposition.

SÉANCE MENSUELLE DU 20 JUIN 1911.

Présidence de **M. C. Van de Wiele.**

La séance est ouverte à 20 h. 30.

Distinctions honorifiques.

M. F. Halet, de la part de M. le Président empêché, fait connaître les distinctions conférées à nos collègues de la Société à l'occasion de l'Exposition de Bruxelles; le Président leur exprime nos félicitations confraternelles.

M. Greiner a été promu Grand Officier de l'Ordre de la Couronne;

MM. Deroover et Gérard sont nommés Officiers de la Couronne;

M. Gédéon Deladrière a reçu la Commanderie de l'Ordre de Léopold;

MM. Wielemans et Wittouck sont promus Officiers de l'Ordre de Léopold; MM. A. Hankar et Zône sont nommés Chevaliers du même Ordre.

Le Président a le grand plaisir d'annoncer l'élection de M. L. Dollo comme membre correspondant de l'Académie royale de Belgique. Ingénieur civil des mines, ancien élève de l'Université de Lille, M. Dollo est, à la fois, conservateur du département des vertébrés vivants et fossiles au Musée royal d'Histoire naturelle, et professeur de paléontologie à l'Université de Bruxelles.

« Je vous rappellerai, écrit-il, quelques-uns de ses autres titres : docteur en sciences de l'Université de Cambridge; docteur en philosophie de l'Université de Giessen; docteur en minéralogie et en géologie de l'Université d'Utrecht; membre correspondant ou honoraire de diverses académies ou sociétés scientifiques étrangères.

» Au cours d'une carrière scientifique de près de trente ans, M. Dollo s'est surtout occupé de la *paléontologie des vertébrés*, des *poissons antarctiques* (voir expédition de la *Belgica*, etc.) et des *lois de l'évolution*.

» En ce qui regarde la *paléontologie des vertébrés,* souvenons-nous, notamment, de ses travaux sur la reconstitution des gigantesques *iguanodons* de Bernissart et sur les énormes *mosasaures* des environs de Mons et de Maestricht.

» Ouvrant une voie nouvelle en paléontologie (la *paléontologie éthologique,* qui a pour but de *découvrir* — car je n'oserais dire *retrouver* — les mœurs des animaux fossiles), M. Dollo, dans un mémoire *classique,* qui parut dans notre *Bulletin* (1895), a pu retracer, d'une manière quasi définitive, la *phylogénie des dipneustes*.

» Il appliqua, par la suite, avec un égal succès, ses méthodes originales à la *tortue luth,* aux *marsupiaux,* aux *dinosauriens* retournés à la vie quadrupède, à l'audition des *ichthyosauriens,* etc.

» Presque tous ces travaux ont été publiés dans notre recueil par notre ancien Président (1895-1896); on ne s'étonnera donc pas si je les énumère ici.

» Enfin, M. Dollo nous donna encore une courte note, mais d'une importance capitale (1893), sur les *Lois de l'évolution,* note dans laquelle se trouve développée la notion de l'*Irréversibilité,* dont il fit de si heureuses applications, de même d'ailleurs que les paléontologistes de son école. »

Adoption du procès-verbal de la séance de mai.

Ce procès-verbal est adopté sans observations.

Errata.

M. M. Leriche signale que, page 168, deuxième ligne, au lieu de *face interne* il faut lire *face antérieure.*

M. E. Maillieux signale que, page 177, ligne 29, il faut lire *diducteurs* au lieu de *déducteurs ;* page 178, ligne 20, il faut lire *hypparionyx* au lieu de *hypharionyx ;* page 179, ligne 34, il faut lire *ventrales* au lieu de *dorsales.*

Correspondance.

M. le Président Cuvelier, empêché, s'excuse de ne pouvoir assister à la séance.

L'administration du *Geologische Zentralblatt* offre à nos confrères de leur faire un service gratuit de trois mois, afin de faire apprécier par eux l'utilité de sa publication.

Le Directeur de l'Institut géologique de l'Université de Padoue demande à faire l'échange des publications avec notre Société.

M. l'abbé Delépine, en adressant à la Société son mémoire sur le Calcaire carbonifère, la remercie à nouveau de l'accueil qui a été fait dans le *Bulletin* à une partie de ses travaux.

Dons et envois reçus.

1° Périodiques nouveaux :

6317 Bruxelles. Ministère des Colonies. Bulletin agricole du Congo belge.

6318 Buenos-Ayres. Ministère de l'Agriculture. Section géologique, minéralogique et minière. Tome I, 1905-1906, 2-3; tome II, 1907, 1-3; tome III, 1909, 3-5; tome IV, 1909-1910, 1-4; tome V, 1910, 1-3.

2° Extraits des publications de la Société :

6319 ... Liste générale des membres de la Société arrêtée le 1er janvier 1911. Pr.-verb. de 1911, 24 pages (2 exempl.).

6320 ... Procès-verbal de l'assemblée générale annuelle de clôture de l'exercice 1909. Pr.-verb. de 1909, pp. 397-412 (2 exempl.).

6321 ... Procès-verbal de l'assemblée générale annuelle de clôture de l'exercice 1910. Pr.-verb. de 1910, pp. 421-431 (2 exempl.).

6322 **d'Andrimont, R.** Réponse aux notes de M. Delecourt. I. Eau à l'état pelliculaire. Pr.-verb. de 1911, pp. 70-71 (2 exempl.).

6323 **d'Andrimont, R.** Réponse au troisième mémoire de MM. Putzeys et Rutot sur l'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine (pp. 141-143).

Note au sujet du mémoire de M. Richert sur les eaux souterraines de la Suède (p. 144).

Deuxième réponse aux notes de M. Delecourt (p. 145).

Pr.-verb. de 1911 (2 exempl.).

6324 **Berthaut (général).** Topologie. Etude du terrain. (Compte rendu bibliographique par L. G.) Pr.-verb. de 1910, pp. 380-388 (2 exempl.).

6325 **Cornet, J.** Géologie. (Compte rendu bibliographique par B.) Pr.-verb. de 1910, pp. 414-419 (2 exempl.).

6326 **Deblon, A.** Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine. De la valeur des eaux de la Campine. Pr.-verb. de 1911, pp. 7-48, pl. A-C, 6 figures (2 exempl.).

6327 **Delecourt, J. (fils).** De l'existence de l'eau pelliculaire. Pr.-verb. de 1911 ; pp. 56-61, 2 figures (2 exempl.).

6328 **de Dorlodot, H.** Véritable nature des prétendus Stromatoporoïdes du Waulsortien (pp. 119-133).

Sur les conditions de dépôt des marbres noirs dinantiens et des sapropélites marines en général (pp. 146-155).

Pr.-verb. de 1911 (2 exempl.).

6329 **de Dorlodot, H.** A propos de la présence de restes de mammifères terrestres dans l'argile de Boom. Pr.-verb. de 1911, pp. 111-112 (2 exempl.).

6330 **Halet, F.** Un service géologique et cartographique au Katanga. Son utilité et son organisation. Pr.-verb. de 1910, pp. 405-410 (2 exempl.).

6331 **Halet, F.** Analyse du rôle de l'agrogéologie, d'après le travail présenté au Congrès agro-géologique de Stockholm par M. Treitz, géologue en chef du Gouvernement hongrois. Pr.-verb. de 1911, pp. 92-101 (2 exempl.).

6332 **Hasse, G.** Un rhinocéros dans l'argile oligocène de Boom. Note préliminaire. Pr.-verb. de 1911, pp. 71-73 (2 exempl.).

6333 **Hasse, G.** Sables noirs dits miocènes boldériens. (Première note complémentaire.) Pr.-verb. de 1910, pp. 402-405 (2 exempl.).

6334 **Maillieux, E.** Note sur la faune des roches rouges de Winenne. Pr.-verb. de 1910, pp. 342-354 (2 exempl.).

6335 **Malaise, C.** Sur l'évolution de l'échelle stratigraphique du Siluro-Cambrien de Belgique. Mém. de 1910, pp. 415-437 (2 exempl.).

6336 **Pirsch.** Note relative à l'emploi des appareils hydrotimétriques actuellement en usage. Pr.-verb. de 1911, pp. 62-63 (2 exempl.).

6337 **Putzeys, F., Putzeys, E.,** et **Rutot, A.**, Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine (deuxième mémoire). (Compte rendu bibliographique.) Pr.-verb. de 1910, pp. 378-379 (2 exempl.).

6338 **Rutot, A.** Glaciations et humanité. Pr.-verb. de 1910, pp. 59-91 (2 exempl.).

6339 **Rutot, A.** Revision stratigraphique des ossements humains quaternaires de l'Europe. Première partie : les ossements parisiens de Grenelle et de Clichy. Mém. de 1910, pp. 123-187, 19 figures (2 exempl.).

6340 **Rutot, A.** Note complémentaire sur l'authenticité des ossements humains quaternaires de Grenelle et de Clichy (pp. 358-363).
Note sur les nouvelles trouvailles de squelettes humains quaternaires dans le Périgord (pp. 363-377). Pr.-verb. de 1910 (2 exempl.).

6341 **Schmitz, G.**, et **Stainier, X.** La géologie de la Campine avant les puits de charbonnages. Pr.-verb. de 1910, pp. 290-292.
Note complémentaire à la sixième note préliminaire : Un nouveau facies du Montien en Campine. Pr.-verb. de 1910, pp. 339-342 (2 exempl.).

6342 **Stainier, X.** Notes sur la formation des couches de charbon. Pr.-verb. de 1911, pp. 73-91 (2 exempl.).

6343 **Van den Broeck, E.**, et **Martel, E.-A.** Hydrologie. Sur les conditions de filtrage efficace des eaux souterraines dans certaines formations calcaires Pr.-verb. de 1910, pp. 411-413 (2 exempl.).

3° De la part des auteurs :

6344 **Dal Piaz, G.** Giovanni Omboni. Rome, 1910. Extr. du *Bull. de la Soc. géol.*, t. XXIX, fasc. 3-4, pp. XCVI-CVI et un portrait.

6345 **Dal Piaz, G.** Sulla fauna liasica delle Tranze di Sospirolo (parte prima). Genève, 1907. Extr. des *Mém. de la Soc. paléontologique suisse*, t. XXXIII, 64 pages et 3 planches.

6346 **Delépine, G. (abbé).** Recherches sur le Calcaire carbonifère de la Belgique. Lille, 1911. Extr. des *Mém. et Trav. publiés par les professeurs des Facultés catholiques de Lille*, 419 pages, 14 planches et 83 figures.

6347 **De Toni, A.** Studio mineralogico della Sabbia della Piave. Venise, 1910. Extr. de *Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle Acque*, n° 12, 8 pages.

6348 **De Toni, A.** Escursioni geologiche all' isola d'Elba e alla regione marmifera delle Alpi Apuane (dall 4 all' 11 maggio 1910). Padoue, 1911. Brochure in-8° de 11 pages et 4 figures.

6349 **De Toni, A.** La Fauna liasica di Vedana, Belluno (parte prima : Brachiopodi). Genève, 1911. Extr. des *Mém. de la Soc. paléont. suisse* t. XXXVII, 29 pages et 1 planche.

6350 **Fabiani, R.** Carta delle permeabilita delle rocce del Bacino dell' Agno. Venise, 1909. Extr. de *Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle Acque*, n° 6, 8 pages et 2 cartes.

6351 **Fabiani, R.** Nuovi giacimenti a Lepidocyclina Elephantina nel Vicentino e Osservazioni sui cosidetti Strati di Schio. Venise, 1909. Extr. de *R. Istituto Veneto di Sc., Lettere e Arti*, t. LXVIII, parte seconda, pp. 821-828.

6352 **Fabiani, R.** La regione dei Berici. Venise, 1911. Extr. de *Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle Acque*, n° 28-29, 84 pages, 7 planches et 6 figures.

6353 **Fabiani, R.** Di una nuova specie di Phlyctenodes (*Phl. Dalpiazi*) dell' Oligocene dei Berici. Vicence, 1911. Extr. de *Boll. del Museo civico*, fasc. 3-4, 6 pages et 1 planche.

6354 **Loukaschewitsch, J.** Sur le mécanisme de l'écorce terrestre et l'origine des continents. Saint-Pétersbourg, 1911. Brochure in-8° de 60 pages.

6355 **Maggini, M.** Les voiles intérieurs et la double pénombre des taches du Soleil. Bruxelles, 1911 Extr. de *Ciel et Terre. Bull. de la Soc. belge d'Astron.*, n° 2, 10 pages et 1 planche.

6356 **Maggini, M.** Observations de la planète Saturne. Paris, 1911. Extr. du *Bull. de la Soc. d'Astron.*, 5 pages et 1 planche.

6357 **Sacco, F.** L'Appennino settentrionale e centrale. Turin, 1908. Extr. de *Cosmos di Guido Cora*, série II, vol. XIII, fasc. 4, 31 pages et 1 planche.

6358 **Sacco, F.** L'évolution sélénologique. Bruxelles, 1909. Extr. de *Ciel et Terre*, 16 pages et 1 planche.

6359 **Sacco, F.** Il grupo del Cenisio-Ambin-Frejus. Turin, 1910. Extr. des *Pubblic. del Comitato Pro Cenisio*, 56 pages et 2 planches.

6360 **Sacco, F.** Cenni di geologia applicata sull' Appennino meridionale. Pérouse, 1910. Extr. de *Giorn. di Geologia prat.*, t. VIII, fasc. 4, 16 pages.

6361 **Sacco, F.** L'Appennino meridionale. Rome, 1910. Extr. du *Bull. de la Soc. géol.*, t. XXIX, fasc. 2, pp. 287-367 et 1 carte.

6362 **Sacco, F.** Il Gruppo dell' Argentera. Turin, 1911. Extr. de *R. Accad. della Sc.*, t. LXI, pp. 457-516 et 1 carte.

6363 **Stefanini, G.** Sulla stratigrafia e sulla tettonica dei terreni miocenici del Friuli. Venise, 1911. Extr. de *Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle Acque*, n° 31, 32 pages et 1 planche.

6364 ... Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit. — Eine Sammlung von Berichten herausgegeben von dem Exekutivkomitee des 11. Internationalen Geologenkongres ses. Stockholm, 1910. Volume grand in 8° de 459 pages, nombreuses cartes, planches et figures. (Don de M. F. Halet.)

6365 **Törnebohm, A.-E.** Geological map of the Pre-Quaternary Systems of Sweden, prepared and published by the *Geological Survey of Sweden*, 2e édition. Stockholm, 1910. 2 feuilles.

4648 **Schafarzik, F.** Detaillierte Mitteilungen über die auf dem Gebiete des Ungarischen Reiches befindlichen Steinbrüche. Budapest, 1909. Extr. des *Publikat. der K. Ung. Geolog. Reichsanstalt*, 544 pages.

Communications des membres.

C. Van de Wiele. — **Étude sur l'évolution des rivières de la Basse et de la Moyenne Belgique.**

Notre savant confrère, s'aidant d'une belle carte en relief de la Belgique avec teintes hypsométriques, obligeamment prêtée par l'Etablissement cartographique de Patesson, expose les conclusions auxquelles l'a amené l'étude détaillée du réseau hydrographique combinée avec la structure géologique de notre sol.

Son travail est destiné aux *Mémoires*.

F. Halet. — **Compte rendu sommaire de la XIe session du Congrès géologique international tenu à Stockholm en août 1910.**

Le XIe Congrès géologique international s'est réuni en 1910 à Stockholm, sous l'auguste patronage de Sa Majesté Gustave V, roi de Suède.

Le Xe Congrès s'était réuni en 1906 à Mexico.

La Société belge de Géologie m'ayant fait l'honneur de me déléguer au XIe Congrès, ainsi que MM. Bauwens et J. de Dorlodot, j'ai voulu en quelques lignes donner à nos membres un aperçu des principaux travaux accomplis durant la session de ce Congrès.

Plus de 900 personnes se sont fait inscrire comme membres du Congrès et le nombre de celles présentes dépassait le chiffre de 500.

Parmi les géologues belges présents au Congrès nous pouvons citer MM. R. d'Andrimont, Asselbergs, Bauwens, J. de Dorlodot et le R. P. Schmitz.

Le XIe Congrès a été organisé d'une façon parfaite par un Comité exécutif présidé par M. le professeur de l'Université G. De Geer; le directeur du Service géologique, M. J.-G. Andersson, a rempli les fonctions absorbantes et délicates de Secrétaire général, et M. le professeur Bäckström celles bien ingrates de trésorier. Parmi les membres du Comité exécutif nous pouvons citer MM. les professeurs G. Holm, J.-C. Moberg, Hj. Lundbohm, Hy. Sjögren, A.-G. Högbom, W. Petersson, Gunnar Andersson, R. Sernander et D. Nordenskjöld.

Le Comité fut aidé dans sa tâche par un certain nombre de vice-présidents et de secrétaires choisis parmi les délégués des différentes nations.

M. d'Andrimont et moi-même avons rempli respectivement les fonctions de vice-président et de secrétaire au sein du Bureau de la XIe session.

L'ouverture officielle du Congrès eut lieu le 18 août dans la grande salle du Conservatoire de musique; Sa Majesté le Roi Gustave V a honoré de sa présence la séance solennelle d'ouverture; après un discours en anglais par S. A. R. le prince héritier Gustave-Adolphe, président d'honneur du Congrès, sur l'influence de la géologie sur la civilisation, le Roi a déclaré ouverte la session du Congrès.

Les séances du Congrès eurent lieu du 19 au 25 août; il y eut chaque jour, le matin et l'après-midi, une série de conférences et tous les matins une séance du Conseil.

Une exposition ouverte dans les salles du Service géologique permettait aux congressistes d'examiner les collections géologiques très intéressantes rapportées par des expéditions polaires suédoises, ainsi que des cartes géologiques, publications et collections d'instruments. On y voyait également des cartes et des séries d'échantillons relatives à la structure des tourbières suédoises et à leur contribution à l'histoire du climat de l'époque post-glaciaire.

Une exposition également très intéressante de magnétométrie et d'instruments d'arpentage souterrain était installée dans les salles du Jernkontoret (palais des fonderies).

Les séances journalières du Congrès eurent lieu dans le magnifique Palais du Parlement suédois, mais vu le grand nombre des conférences une partie de celles-ci eurent lieu à l'Université et au Riddarhuset.

Le Comité exécutif suédois a désiré limiter autant que possible les travaux pendant les séances à un petit nombre de questions d'un intérêt général, en donnant la préférence aux problèmes qui peuvent être illustrés par l'étude de la géologie de leur pays.

C'est ainsi que les questions principales suivantes ont été soumises au Congrès :

1° La géologie des systèmes précambriens;

2° Les changements de climat après le maximum de la dernière glaciation;

3° Les ressources du monde en minerais de fer et leur répartition;

4° La géologie des régions polaires;

5° L'apparition de la faune cambrienne.

Pour traiter ces questions, ainsi que d'autres, les travaux du Congrès ont été divisés en cinq sections, dans chacune desquelles il y eut des conférences et des discussions nombreuses entre les spécialistes des différents pays.

Ces questions étaient les suivantes :

1° Géologie générale et régionale, tectonique;

2° Pétrographie et minéralogie;

3° Stratigraphie et paléontologie;

4° Phénomènes quaternaires, glaciation actuelle;

5° Géologie appliquée.

Malheureusement il y eut tellement de conférences données aux mêmes heures et dans des locaux différents, qu'il fut impossible d'en suivre la plupart; les participants au Congrès furent obligés de se limiter à entendre les discussions des sujets qui les intéressaient tout spécialement.

Contrairement à ce qui a été fait dans les congrès géologiques précédents, il n'a pas été publié de compte rendu sommaire de chacune de ces séances scientifiques; ces résumés ont cependant été très appréciés aux autres congrès, car ils permettaient de se rendre compte des travaux qui étaient effectués aux séances où l'on ne pouvait se rendre.

Il faudra donc attendre le compte rendu officiel, qui ne tardera pas à paraître, pour pouvoir se rendre compte des travaux complets du Congrès.

Un résultat considérable du XIe Congrès de Géologie réside dans la publication de deux ouvrages importants dont l'un traite spécialement de la géologie des gisements de fer du monde et l'autre des changements de climat depuis le maximum de la dernière glaciation.

Nous dirons un mot de chacune de ces publications.

L'ouvrage sur les changements de climat après le maximum de la dernière glaciation est un gros volume de 450 pages qui contient les rapports élaborés par les différents spécialistes de tous les pays du

monde, sur les changements de climat pendant la période post-glaciaire de l'époque pléistocène.

Ces rapports sont rédigés dans une des trois langues allemande, française ou anglaise.

Notre savant collègue M. Rutot a bien voulu se charger de faire le rapport pour ce qui concerne la Belgique.

Le second ouvrage est le résultat d'une enquête internationale faite en vue de déterminer l'importance et la répartition des gisements de fer dans le monde entier.

Cet ouvrage comprend les rapports rédigés par les spécialistes les plus éminents de tous les pays produisant des minerais de fer en quantité appréciable.

Ces rapports, au nombre d'une cinquantaine, sont réunis dans un ouvrage publié sous le titre de : *Iron Ore Ressources of the World*, et comprenant deux volumes d'environ 500 pages, accompagnés d'un atlas de 42 cartes donnant les plans et coupes géologiques des principaux gisements de fer.

M. l'ingénieur géologue G. Lespineux s'est chargé de rédiger le rapport pour ce qui concerne les gisements de fer de la Belgique (1).

Dans la dernière séance du Congrès, il a été donné lecture des rapports des commissions formées au sein des congrès précédents.

Parmi ces rapports, nous pouvons citer les points intéressants suivants :

1° Le rapporteur de la Commission de la Carte géologique internationale de l'Europe, M. le professeur Beyschlag, a annoncé que cette carte était achevée, à l'exception de quelques feuilles de la périphérie; mais une partie des feuilles étant déjà épuisées, une nouvelle édition partielle semble désirable, et la Commission a décidé de demander le concours des divers Gouvernements.

2° A la Commission de la Revue internationale de Géologie, de Paléontologie et de Pétrographie, sur rapport de M. le professeur Tchernychew, il a été décidé d'abandonner l'idée de cette revue, à cause de la difficulté de trouver les ressources nécessaires.

3° M. le professeur Frech, rapporteur de la Commission de la

---

(1) Ces deux ouvrages ne sont pas offerts gratuitement aux membres du Congrès : on peut se les procurer aux prix respectivement de 25 francs pour le volume sur les changements de climat et de 75 francs pour les deux volumes sur les gisements de fer, chez l'éditeur, Generalstabens Litografiska Anstalt, Stockholm, 3.

Paleontologia Universalis, rend compte des travaux de cette Commission.

A la suite de longues délibérations et d'une conférence de la Commission à Paris, le 6 avril 1910, les résolutions suivantes ont été prises à l'unanimité :

Les lois de la nomenclature paléo-zoologique seront les mêmes que celles de la nomenclature zoologique, à l'exception de quelques omissions et ajoutes nécessaires.

Un projet de règles de nomenclature paléo-zoologique sera distribué à chacun des membres de la Commission, et les observations de chacun de ceux-ci seront publiées avec ce projet dans les comptes rendus du Congrès de Stockholm. Ce projet revisé sera soumis au vote du prochain Congrès.

En ce qui concerne la Paleontologia Universalis, le plan suivant sera adopté, conformément à une résolution prise au Congrès de Mexico :

Les livraisons composées d'espèces diverses ne paraîtront plus que de temps en temps et seront remplacées par des œuvres complètes de l'époque classique de la paléontologie, telles que Slotheim, Philips, Lamarck, Wahlenberg, etc.

4° M. Aguilera a fait rapport sur l'attribution du prix Spendiaroff.

5° M. Ordonnez a fait le rapport sur les résultats des travaux de la Commission pour l'étude du degré géothermique; une nouvelle commission a été formée afin de collationner les données parues jusqu'ici et de rassembler toute la littérature courante sur ce sujet. M. Becker, géologue américain, a été nommé président de cette Commission et j'ai été désigné comme rapporteur.

Une série de propositions nouvelles ont été déposées sur le bureau du Congrès; nous relèverons les suivantes :

1° Une proposition présentée par le Service géologique des États-Unis de l'Amérique du Nord concernant la création d'une Carte géologique mondiale à l'échelle du 1 000 000e ;

2° Une proposition de M. W. Hobbs relative à une coopération internationale pour l'étude des fractures de l'écorce terrestre;

3° Une proposition de M. E. Stolly relative à l'établissement d'un institut international pour l'échange des objets géologiques ;

4° Une proposition présentée par M. S. Waagin sur la publication d'un lexique stratigraphique ;

5° Une proposition de M. G.-F. Becker concernant l'analyse chimique et mécanique des eaux douces.

Diverses commissions ont été formées pour étudier ces propositions et en faire rapport au prochain Congrès.

Pour le lieu de réunion de la prochaine et XIIe session, le Congrès avait à choisir entre les invitations des gouvernements du Canada et de la Belgique pour l'année 1913.

Au sein de la réunion du Conseil, M. d'Andrimont a rappelé en quelques mots les caractères géologiques de la Belgique, afin de permettre au Conseil de comparer l'intérêt scientifique qu'il y aurait à tenir la prochaine session dans l'un ou l'autre pays.

Toutefois, devant les grands préparatifs déjà faits par le Gouvernement canadien et l'attrait d'un voyage dans un pays nouveau, le Congrès a décidé de tenir sa prochaine réunion au Canada en 1913, et a émis le vœu que la XIIIe session ait lieu en Belgique en 1916.

La session du XIe Congrès a été clôturée par une série de discours d'adieux et de remerciements, prononcés par les délégués des grands pays.

Excursions. — Un grand nombre d'excursions très intéressantes avaient été organisées dans les diverses parties de la Suède avant, pendant et après la session du Congrès.

Toutes les excursions ont été suivies par un nombre considérable de géologues, à tel point que l'on a été obligé de dédoubler certaines d'entre elles.

Ces excursions ont été organisées d'une façon remarquable, autant au point de vue scientifique que matériel.

L'album de photographies offert gracieusement aux congressistes par le Touring-Club de Suède permet de se rendre compte des merveilleux sites que l'on rencontre dans ce pays si accidenté.

Les principales excursions furent celles du Spitzberg, sous la conduite de M. le professeur L. de Geer, et celle du Noorland, sous la conduite de MM. A.-G. Hogbom, Holmquist, Lundbohm et Sjögren.

Cette dernière excursion, d'une durée de vingt et un jours, que M. Bauwens et moi-même avons suivie, permettait de se rendre compte de la constitution géologique générale de toute la Suède.

C'est ainsi que nous avons pu étudier, dans le centre de la Suède, toute la région de charriage de Jamtland, ainsi que les massifs éruptifs de Ragunda, Alnó et Nordringa.

En remontant vers le Nord, nous avons visité les importants gisements de fer de Gellevare et de Kiirunavaara; nous avons également pu étudier toute la tectonique des hautes montagnes sur la côte Sud du lac Torneträsk, ainsi que les phénomènes glaciaires et les dépôts quaternaires.

Une excursion de deux jours dans l'archipel des îles Lofoton nous a permis d'admirer les plus beaux fjords de la Norwège.

Le Comité du Congrès avait fait publier un volumineux guide des excursions dans lequel on trouve la description géologique détaillée des contrées visitées.

Ce guide était publié sous forme de fascicules séparés d'un format de poche et a rendu les plus grands services en permettant aux excursionnistes d'étudier à l'avance la géologie des régions visitées.

D'autres excursions d'une durée moindre avaient été organisées dans la région alpine de Sarek et la vallée de Luleälf, aux tourbières de Näske, dans les terrains archéens de la Suède méridionale, à l'île de Gothland, où l'on pouvait examiner les terrains siluriens exceptionnellement riches en fossiles, et, enfin, une excursion dans les terrains crétacé et silurien de Skane.

Nous pouvons sans crainte affirmer que le XIe Congrès géologique à Stockholm a été un très grand succès et tiendra une place glorieuse dans l'histoire des congrès géologiques; aussi, tous ceux qui ont pu assister aux séances et aux excursions du Congrès sont rentrés enchantés de leur séjour dans ce pays et conserveront un souvenir ineffaçable des beautés de la Suède et du caractère si cordial et hospitalier de ses habitants.

Il nous reste à adresser nos plus vives félicitations et tous nos remerciements aux organisateurs du XIe Congrès, qui ont rempli d'une façon admirable leur si difficile et délicate mission.

F. Halet. — Observations nouvelles concernant la coupe du puits de Voroux-Goreux.

La coupe géologique des terrains rencontrés aux travaux exécutés au puits de secours de Voroux-Goreux a été publiée jusqu'à la profondeur de 41 mètres par M. le Prof^r M. Lohest, dans le tome XXXVIII, année 1910, des *Annales de la Société géologique de Belgique*.

Le Service géologique ayant été mis en possession d'une autre série d'échantillons, pris de mètre en mètre jusqu'à la profondeur de 55 mètres, nous avons pu faire une étude très détaillée de la coupe de ce sondage et ajouter quelques éléments nouveaux à la coupe publiée par M. Lohest.

Notre coupe est tout à fait d'accord avec celle de M. Lohest jusqu'à la profondeur de 40 mètres ; en effet, nous avons reconnu :

1. Limon hesbayen	$12^{m}00$.
2. Conglomérat à silex	$5^{m}00$.
3. Craie blanche avec divers niveaux de silex noirs	$23^{m}20$.

Mais de la profondeur de $40^{m}20$ à 41 mètres, nous trouvons un échantillon assez broyé composé de débris d'un grès argileux pointillé de gros et nombreux points de glauconie et que nous croyons certainement pouvoir rapporter à l'assise de Herve (*Cp2c*).

De 41 mètres à $41^{m}50$ apparaît une argile provenant de l'altération des schistes siluriens.

De $41^{m}50$ à $48^{m}50$, les échantillons sont composés de petits débris de schistes grisâtres un peu altérés.

A $48^{m}50$, un niveau de schistes gris clair, un peu altérés, légèrement quartzeux, contenant de petits cubes de pyrite et des traces de fossiles. M. Malaise a bien voulu examiner ces fossiles et les rapporte à des traces de graptolithes qui pourraient être le *Monograptus vomerinus* ou le *Monograptus priodon ;* la présence de ces graptolithes nous permet de ranger ces schistes dans le niveau de Wenloch ou du Silurien tout à fait supérieur.

De la profondeur de $48^{m}50$ à $55^{m}50$, les échantillons sont composés de schistes siluriens grisâtres tendres, très altérés et fortement broyés.

Ce sondage est d'autant plus intéressant qu'il est le premier qui ait permis de reconnaître la nature exacte du terrain primaire dans le sous-sol du territoire de la planchette de Momalle.

SÉANCE MENSUELLE DU 18 JUILLET 1911.

Présidence de **M. H. Rabozée.**

La séance est ouverte à 20 h. 40.

Décès de M. W. Spring.

Le Bureau a le regret de porter à la connaissance des membres de la Société le décès de M. W. Spring, professeur à l'Université de Liége; l'éminent chimiste voulut bien collaborer aux travaux de nos membres et nous apporta son précieux concours dans l'étude des sables boulants.

Distinctions honorifiques.

Notre éminent associé étranger, le professeur docteur H. Schardt, vient d'être appelé à remplacer M. le professeur Heim, admis à l'éméritat, à la chaire de l'Université de Zurich.

Notre confrère le major Van Wayenbergh a été, aux dernières promotions de l'armée, nommé lieutenant-colonel du génie.

Adoption du procès-verbal de la séance de juin.

Ce procès-verbal est adopté sans observations.

Correspondance.

M. le président Cuvelier et M. A. Rutot, empêchés, s'excusent de ne pouvoir assister à la séance.

Le Comité d'organisation du IIe Congrès de l'alimentation, qui se tiendra à Liége du 1er au 4 octobre 1911, envoie l'épreuve du programme du Congrès et demande que notre Société y soit représentée par une délégation.

Discussion des thèses présentées antérieurement.

Stanislas Meunier. — A propos du problème de l'eau de MM. Albert et Alexandre Mary.

M. le Président a reçu de notre éminent confrère la lettre ci-dessous :

« Dans leur mémoire intitulé : *Le problème de l'eau*, inséré dans le 1er fascicule du tome XXV du *Bulletin de la Société belge de Géologie* (1911), MM. Alb. et Alex. Mary me consacrent deux appréciations contre lesquelles je vous demande la permission de protester de la manière la plus énergique.

» Aux pages 8 et 10 de leur travail, ces auteurs — me qualifiant d'*intempériste* — prétendent me mettre en opposition avec les *activistes* qui, selon MM. Mary, admettent que le creusement des vallées a été l'œuvre d'un cataclysme diluvien. C'est accumuler à plaisir les inexactitudes. J'ai proposé le terme d'*activisme* (voir le *Naturaliste* du 1er avril 1902) pour désigner la doctrine suivant laquelle l'allure des phénomènes géologiques est absolument continue et se poursuit sans changement notable d'intensité, depuis l'origine des temps sédimentaires. D'un autre côté, j'ai employé l'expression d'*intempérisme* pour traduire en français la « Wetterung » des Allemands et le « Weathering » des Anglais, mais je n'ai jamais eu la prétention d'en faire le titre d'une « théorie exclusive ».

» Enfin, je n'ai jamais prétendu, comme on me l'attribue (p. 17 du mémoire de MM. Mary), qu'une rivière impuissante à rouler un galet en quelques heures ou en quelques jours, le roulera en un million d'années. J'ai dit et je répète que la Seine (qui n'a jamais débité les 50 000 mètres cubes dont a parlé Belgrand) n'a (pas plus à l'époque quaternaire qu'aujourd'hui) roulé les grosses pierres qui sont dans son lit et dont j'ai reconstitué l'origine. » [Voir *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXXIX, p. 1282 (1889).]

C. Malaise. — Note complémentaire aux observations nouvelles de M. Halet concernant la coupe du puits de Voroux-Goreux. (*Proc.-verb.*, 1911, p. 199.)

Je crois utile de faire connaître à nos confrères que je considère les fossiles cités par M. Halet comme l'équivalent de ceux que l'on ren-

contre dans l'assise de Corroy du massif du Brabant et dans l'assise de Naninne, bande de Sambre-et-Meuse, lesquels représentent en Belgique le Wenlock.

La roche me paraît être de même nature que celles qui affleurent dans la vallée de la Méhaigne, entre Fumal et Vinalmont.

Communications des membres.

J. Cornet. — Contributions à la géologie du bassin du Congo. — III. Sur quelques échantillons de roches récoltés dans le Bas-Congo par M. Robert Thys.

M. Robert Thys, chef de la Mission d'étude des forces hydrauliques de la Compagnie du chemin de fer du Congo, m'a fait parvenir récemment une caisse d'échantillons de roches, etc., recueillis par lui-même dans la région des Cataractes, au cours d'une reconnaissance générale à laquelle a procédé la mission qu'il dirige.

Dans la note qui accompagne ces échantillons, M. R. Thys fait remarquer qu'ils n'ont pas été recueillis dans le but d'apporter une contribution effective à la géologie de ces régions; le but poursuivi était de se rendre compte de la nature des terrains sur lesquels on serait éventuellement amené à exécuter des travaux de captage de forces hydrauliques.

Il n'en est pas moins vrai que les échantillons en question sont fort intéressants pour nous, la plupart ayant été récoltés sur des itinéraires qui n'ont été jusqu'ici suivis par aucun géologue. Je veux parler surtout de ceux qui proviennent de la vallée du Kwilu et de la vallée de l'Inkissi.

Je vais, dans ce qui suit, donner le signalement lithologique et la détermination géologique de ces échantillons, en les rapportant aux subdivisions que j'ai établies dans un travail publié ici même [1].

La plupart des échantillons formant l'envoi de M. R. Thys représentent des *roches en place*. Ils provenaient de la *zone cristalline*, de la *zone schisto-calcareuse* et de la *zone des grès*.

---

[1] *Études sur la géologie du Congo occidental* (t. XI, 1897, Mém., pp. 311-317).

ZONE CRISTALLINE.

Échantillons I (28) [1]. — Yélala, rive gauche du Congo. Comprend trois fragments de roches :

I *a*. — Micaschiste à muscovite, de texture fine, bien feuilleté, pétri d'octaèdres de magnétite atteignant 1 millimètre de diamètre.

I *b*. — Micaschiste à texture très fine, d'aspect phylladeux, satiné et d'éclat nacré sur les feuillets, magnétitifère, enclavant une veine de quartz blanc grossièrement grenu.

I *c*. — Quartzite grenu, feuilleté ; les feuillets sont séparés par de minces membranes de muscovite.

Ces roches, consistant en micaschistes passant aux quartzites feuilletés, micacés, aimantifères, appartiennent aux *couches de Matadi*. (Voir *Études*, etc., pp. 320 et 369.)

Échantillons II (30, 33, 34, 35). — Variante des kilomètres 31 à 34 ; grande carrière de pierre. Lot de 14 blocs.

Ces échantillons, très intéressants, représentent une *roche* et de nombreux *minéraux*, remplissant des veines irrégulières ou disséminés dans la roche.

La *roche* est une amphibolite noir verdâtre peu feuilletée, inaltérée.

Les *minéraux*, cités à peu près dans l'ordre d'abondance, sont : calcite largement spathique, rosâtre, manganésifère ; calcite, en agrégat cristallin grossièrement grenu, blanche ou rosâtre ; quartz, compact ou grenu ; biotite, en masses largement lamellaires ou en petits cristaux pseudo-hexagonaux disséminés dans la calcite grenue ; actinolite ; asbeste amphibolique ; pyrite, en cristaux disséminés dans l'amphibolite ; grenats, en cristaux et en grains arrondis d'aspect résineux (colophonite ?) ; blende ; hornblende vert clair, en cristaux enclavés dans la calcite grenue.

L'amphibolite qui constitue la partie essentielle des échantillons II fait partie des *couches de Palabala* (cf. *Études*, etc., p. 369). Je n'ai pas rencontré ces roches dans les tranchées du tracé primitif entre les kilomètres 31 et 34. (*Ibid.*, pp. 323-324.)

Les minéraux qui accompagnent l'amphibolite méritent une étude spéciale. Ce point constitue le plus beau gisement de *minéraux* rencontré jusqu'ici le long du chemin de fer.

---

[1] Je reproduis entre parenthèses les numéros accompagnant les échantillons et correspondant à la note de M. Thys jointe à l'envoi.

ZONE SCHISTO-CALCAREUSE.

A. — Vallée du Kwilu.

Échantillons III (6). — A propos de ces échantillons, la notice de M. R. Thys dit : « En amont du pont du chemin de fer sur le Kwilu, la rivière coule lentement dans une vallée où affleure assez souvent le calcschiste (échantillon n° 6). Ailleurs, les rives sont formées d'épaisses couches de sables quartzeux apportés par les crues de la rivière. »

Les échantillons III consistent en deux fragments d'un calcaire argileux schistoïde, gris-bleu foncé, décalcarisé à la surface en une croûte friable gris jaunâtre.

Cette roche appartient au système schisto-calcareux, dont elle constitue l'assise 2, supérieure aux poudingues 1 et inférieure aux calcaires-marbres 3. (Voir *Études*, etc., p. 373.) J'ai signalé la même roche dans le lit du Kwilu, non loin du pont actuel du chemin de fer. (*Ibid.*, p. 341.)

Échantillon IV (1). — L'extrait cité plus haut de la notice de M. R. Thys est suivi de ces mots : « Vers le village de Kilueka, on trouve la roche de l'échantillon n° 1. »

Cette roche est un calcaire-marbre à grain très fin, blanc grisâtre, carié à la surface, analogue à celui qui constitue les *roches de Bafu*. (Voir *Études*, etc., p. 340.) Elle appartient à l'assise 3 du système schisto-calcareux. (Voir *ibid.*, p. 373.)

Échantillon V (5). — Note de M. R. Thys : « En aval du pont du chemin de fer, au confluent de la Pangasi et du Kwilu, le Kwilu présente de petits rapides dénommés *Rapides de la Pangasi*. En cet endroit, le lit de la rivière est formé de calcschiste présentant énormément de trous analogues aux marmites de géant. En descendant la vallée, nous parcourons une région accidentée où l'on rencontre continuellement des blocs de limonite scoriacée (voir plus loin) et de grandes dalles à fleur de terre de l'échantillon n° 5. »

Cet échantillon représente une roche argileuse feuilletée, poreuse, gris brunâtre, semblant être un calcaire argileux décalcarisé. Système schisto-calcareux.

Échantillon VI (7). — Grès à très gros grain, à ciment calcarifère, gris-bleu foncé, renfermant quelques petits cailloux roulés de quartz et quelques fragments anguleux de calcaire cristallin.

C'est un cas particulier des poudingues (assise 1) du système schisto-calcareux. (Cf. *Études*, etc., p. 373.)

Échantillons VII (8). — Trois blocs d'un schiste dur, compact, gris-bleu foncé un peu violacé, non calcareux ou très peu calcareux, renfermant de nombreux grains de quartz miliaires, arrondis, et quelques noyaux de la roche précédente.

C'est aussi une roche de l'assise inférieure 1 du système schisto-calcareux.

Échantillon VIII (9). — Calcaire argileux compact, gris-bleu foncé. Système schisto-calcareux.

Échantillon IX (10). — Calcaire-marbre, à grain très fin, compact, rouge rosé clair.

C'est une des roches caractéristiques de l'assise 3 (*calcaires-marbres*) du système schisto-calcareux (voir *Études*, etc., p. 373). J'ai rencontré des roches absolument identiques au voisinage du Col de Zolé (voir *Études*, etc., pp. 338 et 339).

Échantillon X (11). — Même roche, mêmes commentaires.

Échantillon XI (12). — Calcaire-marbre, légèrement grenu, gris rosé, de même origine.

Échantillon XII (14). — Calcaire argileux schistoïde, ou plutôt schiste calcareux, gris-violet foncé, entouré d'une croûte d'altération friable. Système schisto-calcareux.

Au sujet des échantillons VI à XII, nous trouvons dans la notice de M. R. Thys le passage suivant : « A 7 ou 8 kilomètres en aval du confluent de la Pangasi et du Kwilu, nous arrivons à un endroit dénommé *Perte du Kwilu*, où la rivière se réduit à une largeur de 3 à 4 mètres et coule rapidement dans une gorge à parois verticales creusée dans du calcschiste. Après un parcours de près d'un kilomètre, la rivière s'élargit à nouveau et coule dans une vallée encaissée où alternent à peu d'intervalle des roches verdâtres (n° 7), des roches violettes (n° 8), du calcschiste (n° 9) et des calcaires rouges (n°s 10, 11, 12 et 14)... »

Échantillons XIII (15, 16, 17 et 18). — La note de M. R. Thys continue ainsi : « ... Puis apparaît un poudingue à petits éléments (n°s 15 et 16) qui est bientôt remplacé par un poudingue à éléments plus volumineux (n°s 17 et 18). Ces différentes roches (n°s 17 à 18) se suivent à quelques mètres d'intervalle. »

Les échantillons XIII (n°s 15 à 18) représentent un poudingue formé d'une masse analogue à celle de l'échantillon VI (n° 7), calcarifère, empâtant des cailloux plus ou moins volumineux de quartz, de

quartzite rose foncé, de calcaire cristallin, etc. C'est le poudingue de l'assise 1 du système schisto-calcareux.

Puis nous trouvons dans le texte de M. R. Thys : « ...Quelques centaines de mètres plus loin, le lit de la rivière se resserre à nouveau dans une gorge à parois verticales d'au moins 30 mètres de hauteur, dénommée *Porte d'Enfer*. A l'entrée de la gorge apparaissent des calcaires (n° 19) qui font bientôt place au poudingue à petits éléments (n° 15) qui est l'élément constitutif de la gorge... »

Échantillon XIV (19). — Calcaire-marbre très compact, gris-bleu très clair, analogue à celui des Roches de Bafu. (Voir échantillon IV.)

Suite de la notice de M. R. Thys : « ...Après un parcours de deux kilomètres environ, la vallée s'élargit, la rivière coule sur du calc-schiste et arrive bientôt au confluent de la Sansikua. Au delà, nous avons à nouveau rencontré les calcaires (n° 20). »

Échantillon XV (20). — Calcaire-marbre gris-bleu très clair, en quatre fragments de structure plus ou moins compacte. Même remarque que pour l'échantillon XIV.

Là s'arrêtent les investigations de la mission le long du Kwilu.

ZONE DES GRÈS.

Vallée de l'Inkissi. — Les échantillons recueillis par M. R. Thys dans cette zone ne représentent que les *Grès de l'Inkissi*, assise supérieure des *Couches du Kundelungu* dans le Bas-Congo. (Voir *Études*, etc., p. 376.)

Voici le passage de la notice de M. R. Thys qui concerne ces échantillons :

« Depuis le pont du chemin de fer jusqu'à son confluent avec le Congo, l'Inkissi coule continuellement dans une vallée formée de grès rouge de l'Inkissi (n°s 21 et 22), qui est souvent très altéré et se présente alors transformé en épaisses couches de sables cohérents qui, par suite d'effets météoriques, s'éboulent en masse et présentent le long de l'Inkissi ces crevasses si caractéristiques [1]. Nous n'avons,

---

[1] Sur l'altération des grès de l'Inkissi et les *crevasses* ou *ravinements en entonnoirs*, voyez mon mémoire sur *Les dépôts superficiels et l'érosion continentale dans le bassin du Congo*. (Bull. Soc. belge de Géol., t. X, 1896, Mém., p. 44.)

somme toute, vu le grès rouge non altéré que là où la rivière présente des rapides, à Kilemfu, Sanga, etc. A la grande chute de Songo-Mayanda (60 mètres de chute verticale), le grès se présente en épaisses couches horizontales bien stratifiées. Ici, le grès apparaît plus foncé (n° 23). »

Échantillons XVI (21) :

XVI *a*. — Grès bien cohérent, grossier, légèrement micacé, à feldspath altéré rare, rouge foncé.

XVI *b* et *c*. — Grès très grossier, très cohérent, à larges lamelles de mica blanc et à feldspath altéré rare, rouge foncé.

Toutes ces roches appartiennent incontestablement aux *Grès de l'Inkissi*.

Échantillon XVII (22). — Grès grossier, très chargé de grains et de poudre de feldspath altéré, décomposé, friable. C'est le type des grès feldspathiques de l'Inkissi.

Échantillon XVIII (23). — Grès très grossier, très cohérent, chargé de feldspath altéré, légèrement micacé, rouge foncé. Assise des grès de l'Inkissi.

La série de M. R. Thys comprend en outre quelques échantillons provenant des *dépôts superficiels*. Ce sont :

Échantillon XIX (31). — Recueilli à Ango-Ango, en aval de Matadi, à l'endroit où seront installés les tanks de la Compagnie « Pipe-Line » de Matadi au Pool.

Conglomérat latéritique, formé de cailloux de quartz anguleux et roulés, réunis par une masse limoniteuse brune.

Échantillon XX (4). — Recueilli en aval du pont du chemin de fer sur le Kwilu, au delà des rapides de la Pangasi, non loin de l'échantillon V (n° 5), où elle se présente en blocs à la surface du sol.

Limonite scoriacée latéritique.

Échantillon XXI (24). — Provenant d'une carrière de ballast au kilomètre 263 (Inkissi).

Deux cailloux roulés de roche oolithique siliceuse (voir *Études*, etc., p. 374) ; un caillou roulé d'une roche siliceuse compacte, blanche, porcelanée, représentant probablement un chert altéré (voir *ibidem*).

Échantillon XXII (27). — Récolté à l'entrée du Pool, en face de l'île Bamu, sur la rive française.

Sorte de grès formé de gros grains de quartz parfaitement arrondis, réunis par un ciment limoniteux brun-noir. C'est un dépôt fluvial récent.

M. R. Thys a recueilli cinq échantillons de *sables* dans divers cours d'eau :

Échantillon XXIII (29). — Sable du ruisseau d'Yélala.

Échantillon XXIV (13). — Sable du Kwilu, en amont de la Porte d'Enfer (voir plus haut).

Échantillon XXV (25). — Sable de la Luila, au passage de la route des caravanes.

Échantillon XXVI (26). — Sable des rapides de Kululu (Congo).

Échantillon XXVII (32). — Sable de l'Inkissi.

Enfin, M. R. Thys a récolté, entre le pont du chemin de fer sur le Kwilu et le confluent de cette rivière avec le Pangasi, deux *haches en pierre*. L'une (n° 3) est un objet en chert, analogue à ceux que j'ai récoltés en grand nombre non loin de là, à Kimpessé [1]. L'autre (n° 2) est jusqu'ici unique dans son genre dans le Préhistorique du Bas-Congo. C'est une *hache polie* d'une roche amphibolique gris verdâtre.

Je ne puis terminer sans remercier vivement M. Robert Thys en mon nom personnel et au nom de tous ceux qui s'intéressent à la géologie du Congo ; il faut le féliciter d'avoir songé, au cours d'une mission très absorbante, à recueillir des échantillons du sol en plusieurs régions intéressantes et d'avoir ainsi contribué, plus peut-être qu'il ne le croyait lui-même en récoltant ces échantillons, à l'avancement de nos connaissances sur la géologie du Bas-Congo.

X. Stainier. — **Structure du Bassin houiller de la province d'Anvers.** (Pl. C à F.).

Le Bassin houiller de la province d'Anvers a déjà été l'objet d'une belle synthèse de la part de M. L. Denoël. Mais depuis l'époque déjà lointaine où ce travail remarquable a paru (1904), nos connaissances sur le Houiller de la Campine ont fait de notables progrès. C'est ce qui m'engage à tenter, à mon tour, une synthèse s'appuyant sur des faits nouveaux.

Depuis l'octroi des concessions, de nombreux sondages ont été entrepris. Au lieu de se borner, comme le faisaient le plus souvent les

---

[1] *L'âge de la pierre dans le Congo occidental.* (Bull. Soc. d'Anthropologie de Bruxelles, t. XII, 1896.)

sondages de la période de recherches, à explorer rapidement une faible épaisseur de terrain houiller, les sondages récents ont été poussés à des profondeurs énormes, traversant ainsi des épaisseurs considérables de Houiller et partant donnant de très importantes séries. De plus, ces sondages récents, admirablement surveillés et étudiés à fond, ont fourni une somme de renseignements bien autrement considérable que les premiers.

Grâce à cela, il est possible maintenant de dresser la stampe presque complète du Houiller de la Campine et de la comparer à celle des bassins voisins mieux connus. C'est ainsi que nous avons pu donner un résumé de cette stampe complète du Houiller de la Campine, dans le travail publié en collaboration avec le R. P. G. Schmitz et intitulé : *La Géologie de la Campine avant les puits des charbonnages*, 5e note préliminaire (Bulletin de la Société belge de Géologie, t. XXIV, Procès-verbaux, p. 237).

La possession de cette stampe type est très précieuse, car elle facilite singulièrement le raccordement des stampes partielles, parfois fort rudimentaires, des sondages de la province d'Anvers.

De plus, les nouveaux sondages, en comblant les lacunes du réseau de sondages déjà existant, ont permis de contrôler les hypothèses émises sur la structure du bassin, et ils ont ainsi fait justice de certaines affirmations lancées à l'origine, au point de vue de la tectonique de la région. Enfin, ce qui est surtout intéressant pour la province d'Anvers, c'est que la concession de Beeringen, située aux frontières de la province, a été l'objet de remarquables recherches qui nous fournissent un précieux trait d'union avec la partie orientale, mieux connue du bassin. Ce sont tous ces matériaux nouveaux que nous allons mettre en œuvre dans le présent travail.

I. — Raccordement des sondages.

Avant de pouvoir déterminer l'allure des couches, il est naturellement indispensable de connaître la synonymie des couches et de raccorder entre eux les différents sondages. C'est donc par là que nous allons commencer. Pour arriver à connaître la position de chacune des séries fournies par les sondages de la province d'Anvers, voici comment nous avons procédé. La position de la remarquable stampe traversée par le beau sondage n° 77 de Klein Heyde, de la concession de Beeringen, est parfaitement connue par rapport au Houiller de l'Est du Limbourg. Nous l'avons prise comme point de départ de nos

comparaisons. En partant alors de ce sondage, vers l'Ouest, nous avons successivement, de proche en proche, établi pour chaque sondage le raccordement de sa série avec celle du sondage type. Pour établir ce raccordement, nous avons utilisé toutes les données pouvant servir à faire la comparaison et qui étaient à notre disposition; et, suivant les cas, nous avons utilisé l'épaisseur des stampes, la nature des roches encaissantes, les bancs caractéristiques, les fossiles, la composition chimique des couches, etc. Nous avons ainsi établi le raccordement de tous les sondages de la province d'Anvers avec le sondage type, entre eux, et avec la stampe type de toute la Campine. Nous avons alors pu dresser un tableau réunissant côte à côte tous ces sondages, ainsi que ceux de la concession de Beeringen utilisés, ces sondages étant disposés dans l'ordre de leur position réelle dans la stampe houillère.

C'est ce tableau que nous donnons dans la planche F, à l'échelle du $^1/_{2500}$. Nous n'y avons pas fait figurer le sondage n° 56 de Baelen (Hoelst), car, comme nous le dirons plus loin, nous pensons que ce sondage de la province d'Anvers a traversé une série complètement différente de celle de tous les autres sondages.

Comme ce tableau, à cause de ses grandes dimensions, permet difficilement un coup d'œil général, nous avons cru bien faire de le résumer, sous forme d'un schéma sans échelle représentant la synonymie d'ensemble et la classification de toutes les couches importantes figurant dans le tableau précédent. C'est ce schéma que représente la planche E.

Nous allons reprendre maintenant un à un tous les sondages de la province d'Anvers, en discutant brièvement et en exposant les raisons sur lesquelles nous nous sommes basé pour adopter les synonymies que nous proposons.

Sondage n° 28.

La position de ce sondage par rapport au sondage n° 77 et son voisinage de ce dernier, ne laissent aucun doute sur le raccordement de ces deux sondages tel que nous l'avons figuré sur la planche F. La stampe stérile rencontrée au commencement du sondage n° 28 est bien la même que celle que le sondage n° 77 a percée en profondeur, comme le montre la coupe figure 2 de la planche D. Le raccordement indique cependant des variations assez notables entre les deux sondages; aussi nous avons essayé de voir si d'autres rapprochements ne seraient pas possibles, mais nous avons constaté qu'ils étaient encore beaucoup

moins vraisemblables. Des variations analogues existent d'ailleurs non seulement en Campine, mais dans nos anciens bassins et dans tous les bassins. Celui qui voudrait obtenir une coïncidence complète de tous les éléments du Houiller prouverait par là qu'il n'a aucune connaissance du Houiller. Il suffit, pour rendre le raccordement vraisemblable, d'obtenir la coïncidence des éléments essentiels. Or, dans l'espèce, la présence de la grande stampe stérile est un élément de comparaison de tout premier ordre, comme on le sait. L'opinion que j'ai adoptée ici pour le raccordement du sondage n° 28 est d'ailleurs celle qu'ont admise tous mes prédécesseurs.

Sondage n° 29.

La comparaison de ce sondage avec les deux précédents ne présente aucune difficulté, car il a traversé, de la façon la plus évidente, la stampe stérile en question. Les allures déduites de ce raccordement concordent parfaitement avec la position des trois sondages et viennent encore fortifier ce que j'ai dit à propos du sondage n° 28.

Sondage n° 25.

Il est aisé de comparer le sondage n° 25 avec la partie inférieure du sondage voisin n° 29 et avec la partie inférieure du sondage n° 77. (Pour les raccordements, voir la planche E et la planche F.) Il ne peut pas y avoir de doute que les couches du sondage n° 25 ne soient les couches immédiatement inférieures à la stampe stérile et que nous avons appelées faisceau de Beeringen, parce que c'est dans la concession de ce nom qu'elles sont le plus remarquables par leur puissance, comme l'a montré le sondage n° 77. La teneur en matières volatiles de ces couches est d'ailleurs tout à fait celle de ce faisceau.

Sondage n° 34.

Tous mes prédécesseurs ont admis que ce sondage n'a recoupé que la grande stampe stérile. La teneur des rares veinettes recoupées ne permettrait pas, du reste, de placer ces veinettes ailleurs. La partie inférieure de la stampe que j'ai figurée planche F n'a aucune prétention à l'exactitude, la partie inférieure du sondage ayant manifestement traversé une zone extrêmement failleuse, à fortes inclinaisons, dont nous reparlerons plus loin.

Sondage n° 35.

En comparant la stampe de ce sondage avec celle du sondage n° 25, on n'a aucune difficulté de savoir où il faut placer les couches recoupées dans la partie centrale du sondage n° 35. De toute évidence, ce sont aussi les couches du faisceau de Beeringen, ce qu'indiquait déjà leur teneur en matières volatiles. Comme le montre le schéma de la planche E, il a traversé, en dessous de ce faisceau, la petite stampe stérile dont nous parlerons bientôt, et il a commencé à traverser le faisceau que j'appelle « de Norderwyck », parce que c'est à ce sondage (n° 37) qu'il est le mieux caractérisé.

Sondage n° 39.

La ressemblance des couches de ce sondage avec celles du sondage n° 35 est telle que, vu d'ailleurs la proximité des sondages, il est tout à fait oiseux d'insister sur le rapprochement.

Sondage n° 33.

Les éléments de la stampe de ce sondage présentent, avec ceux de toutes les stampes des sondages déjà passés en revue, une telle différence, que ce caractère seul suffirait pour décider que nous sommes en présence d'horizons du Houiller inférieurs aux précédents, puisque la teneur des charbons ne permet pas d'admettre qu'ils soient supérieurs. Cette teneur rapproche tout à fait les couches supérieures du sondage n° 33 des couches les plus profondes du sondage n° 28 (voir pl. E) placées sous la petite stampe stérile. Nous entrons donc ici dans le faisceau de Norderwyck, ce qui s'accorde avec la position fort méridionale et occidentale du sondage. L'abondance de l'*Anthracomya Williamsoni* à ce sondage, comme à celui du n° 36, indique bien aussi, comme ailleurs, la zone la plus basse du Houiller supérieur (H2 de la Carte géologique). J'ai renseigné le poudingue houiller dans la stampe de ce sondage, mais ne possédant aucun échantillon des bancs de grès de ce sondage, je dois déclarer que c'est là une détermination purement théorique et qui doit être soumise à réserve, jusqu'au moment où je pourrai combler cette lacune.

Sondage n° 36.

L'allure des couches de ce sondage et l'absolue identité de la faune concourent, avec la ressemblance de la stampe, à faire admettre l'identité des couches de ce sondage avec celles du sondage précédent.

Sondage n° 37.

Ce sondage a fourni des renseignements fort intéressants. Il a d'abord traversé un faisceau de deux belles couches auquel nous donnons le nom de faisceau de Norderwyck. C'est dans ce faisceau, croyons-nous, que se trouvait la base du sondage n° 28, à en juger d'après la teneur des charbons. Cette teneur en matières volatiles paraît, au premier abord, beaucoup plus élevée à Norderwyck qu'au sondage n° 28, mais il ne faut pas perdre de vue qu'il y a une différence de plus de 300 mètres de niveau entre les mêmes couches aux deux sondages, celles de Beeringen n° 28 étant le plus bas. Or, dans une même couche, en plateure, dans tous les bassins, la teneur en matières volatiles diminue avec la profondeur d'une façon notable.

La faune rencontrée à ce sondage concorde tout à fait avec celle des sondages n°s 33 et 36. On a percé, au sondage n° 37, suivant toute vraisemblance, le poudingue houiller, car on y a traversé le plus bel horizon de conglomérat de la Campine, celui qui présente avec le poudingue houiller de nos anciens bassins la plus grande ressemblance. Le sondage n° 37 a traversé encore une forte épaisseur de Houiller sous ce poudingue. Il est donc descendu dans des niveaux très bas du Houiller, et la chose n'est pas étonnante, puisque c'est ce sondage qui est le plus rapproché du sondage de Kessel, où l'on a rencontré le Calcaire carbonifère.

Ce qu'il y a d'intéressant, c'est que ce sondage n° 37 a recoupé une couche exploitable dans le Houiller inférieur au poudingue, comme le cas se présente aussi dans le Limbourg hollandais, au sondage de Waubach.

Sondage n° 39.

J'ai adopté, pour la détermination de l'âge des deux couches de ce sondage, le raccordement qui m'a paru le plus vraisemblable, d'après le caractère des stampes et la composition chimique des charbons.

Sondage n° 57.

Dans leur travail intitulé : *Pétrographie et paléontologie de la formation houillère de la Campine* (Ann. Soc. géol. de Belgique, t. XXX, Mém., p. 499), MM. Fourmarier et Renier ont considéré les couches recoupées par ce sondage comme relativement élevées, appartenant à leur zone 2 où se trouve la grande stampe stérile. Ils se sont basés pour cela sur les caractères tirés de la flore rencontrée à ce sondage. En tablant sur la teneur en matières volatiles très faible de la veinette de ce sondage, MM. Harzé et Kersten ont par contre considéré comme très inférieures les roches de ce sondage.

Il serait extrêmement heureux pour l'avenir du bassin de la province d'Anvers que la détermination de MM. Fourmarier et Renier soit exacte. Malheureusement, je pense qu'il n'en est rien et que les roches du sondage n° 57 sont très inférieures, plus anciennes même que celles de Norderwyck (n° 37). Voici sur quoi je me base :

1° La teneur en matières volatiles de la veinette du sondage s'oppose absolument à ce que cette veinette se trouve dans la grande stampe stérile. Jusque maintenant il n'y a pas l'ombre d'une raison permettant d'expliquer pourquoi les veinettes de la stampe stérile, qui ont encore 26 % de matières volatiles au sondage n° 34, n'en auraient plus que 11 % au sondage n° 57. Cette teneur si faible, de loin plus faible que toutes celles de la province d'Anvers, indique jusqu'à preuve du contraire des couches aussi plus anciennes que toutes les autres;

2° La stampe du sondage n° 57 renferme quelque chose de très particulier : c'est une veinette ayant pour toit et pour mur de puissants bancs de grès. Ce fait n'a été rencontré dans aucun autre sondage, dans les stampes dites stériles. Par conséquent, on en peut déduire que la stampe du sondage n° 57 ne correspond à aucune de ces stampes stériles;

3° C'est en se basant sur l'étude de la flore de ce sondage que MM. Fourmarier et Renier ont émis le synchronisme que nous discutons. Voyons ce qu'il en est. D'après leur travail précité, ils auraient rencontré à ce sondage seulement les quatre végétaux spécifiquement déterminables suivants :

Mariopteris muricata.
Mariopteris acuta.
Sphenopteris trifoliata.
Neuropteris heterophylla.

Examinons ce que vaut chacune de ces plantes comme élément de détermination de niveau du Houiller.

Mariopteris muricata. — Sa valeur comme plante caractéristique est absolument nulle. C'est la plante la plus abondante du Houiller; on la trouve partout et de haut en bas du Houiller, en Campine et ailleurs.

Mariopteris acuta. — Dans le bassin de Liége, M. Fourmarier l'a rencontrée depuis Dure-Veine de Seraing jusqu'au sommet du Houiller. M. A. Renier l'a rencontrée au toit de la veine Désirée du Bois d'Avroy (cf. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXXV, Bull., p. 120). M. Ch. Fraipont l'a rencontrée à Angleur, dans un affleurement au voisinage du poudingue houiller (cf. *ibidem*, p. 73).

Enfin, chose tout à fait significative, M. Renier l'a rencontrée dans le Houiller tout à fait inférieur, au voisinage de la veine Six Mai de Gives. C'est donc aussi une plante banale, sans signification, traversant tout le Houiller.

Sphenopteris trifoliata. — M. Fourmarier l'a rencontrée dans le bassin de Liége, de Dure-Veine jusqu'au sommet du Houiller. M. Renier (*op. cit.*) l'a rencontrée au toit de la Désirée du Bois d'Avroy. M. Ch. Fraipont l'a rencontrée dans l'affleurement susdit. Enfin, dans la Campine, MM. Fourmarier et Renier l'ont rencontrée dans les couches, depuis celles du sondage n° 10 jusqu'à celles du sondage n° 26. C'est donc aussi une plante à extension verticale énorme, partant sans valeur comme caractéristique.

Neuropteris heterophylla. — M. Fourmarier l'a rencontrée dans le bassin de Liége, depuis Dure-Veine jusqu'au sommet. On ne l'a pas encore signalée ailleurs, et partant elle semblerait plus localisée dans les strates supérieures du Houiller; mais d'autre part, en Campine, MM. Fourmarier et Renier l'ont rencontrée depuis les couches du sondage n° 10 jusque dans celles du sondage n° 16, lequel est un de ceux qui ont atteint les strates les plus basses de la région. Cela indique donc encore une extension verticale très forte qui ne permet guère d'attribuer à cette plante une valeur bien grande. D'ailleurs, il faut remarquer que la flore du Houiller inférieur est encore presque inconnue. Tant qu'on ne la connaîtra pas mieux, on ne pourra affirmer que telle ou telle plante ne s'y rencontre point. Comme conclusion, il me semble que l'examen que nous venons de faire de la flore du sondage n° 57 prouve qu'elle ne renferme absolument rien qui autorise une déduction à conséquences aussi graves que celle qui a été émise par MM. Fourmarier et Renier. Suivant toute vraisemblance, malheureusement, les couches de Vlimmeren sont tout à fait inférieures.

Sondage n° 58.

La position des couches de ce sondage n'est pas aisée à déterminer. Il n'a percé qu'une faible épaisseur de Houiller. Aucune analyse n'a été donnée du charbon y rencontré et dont l'existence même est douteuse. En l'absence d'étude paléontologique de ce sondage, nous n'avons donc même pas ce critérium de l'analyse qui n'a fait défaut pour aucun autre sondage de la Campine. La stérilité de ce sondage nous l'a fait raccorder à l'une des deux stampes stériles de la base du Houiller et plus spécialement à la petite stampe stérile. S'il venait à être démontré que c'est à la grande stampe qu'il faut le raccorder, la richesse de la région s'accroîtrait d'autant.

Sondage n° 56.

J'avoue ne pas avoir su deviner pour quelle raison M. Denoël, dans son travail d'ensemble sur le bassin de la Campine, a assigné une position aussi inférieure aux couches de ce sondage.

Si l'on examine le tableau joint au travail de M. Denoël et où il compare les stampes des différents sondages, on constate qu'il n'y a aucune ressemblance entre les stampes de ce sondage et des sondages supposés dans des terrains contemporains. Y a-t-il identité dans la composition chimique des veines ainsi considérées comme de même âge? Encore moins. Jugeons-en.

Des couches qui sont placées à peu près au même niveau, aux sondages 56 et 57, ont l'une 11 °/₀ de matières volatiles et les autres 31 °/₀.

Je sais aussi bien que n'importe qui que la teneur en matières volatiles n'est pas un caractère à employer brutalement, sans contrôle ni discussion. C'est un caractère sujet à varier et que l'on doit donc interpréter intelligemment, car les variations ne se font pas au hasard.

Toujours d'après le tableau de M. Denoël, des couches qui ont 30 °/₀ de matières volatiles à 977 mètres de profondeur au sondage n° 56 n'en auraient plus que 27 à 629 mètres au sondage n° 29. Est-ce que les couches s'enrichissent vers le Nord? Personne jusque maintenant n'a signalé ce fait. Le riche faisceau à coke du sondage n° 77 de Beeringen se retrouve plus au Nord au sondage n° 62, exactement avec la même teneur. D'ailleurs, M. Denoël place le sondage n° 57, situé lui aussi tout au Nord, au même niveau que le sondage n° 56, et, nous le savons, à ce sondage n° 57, la teneur en matières

volatiles est extraordinairement faible. On pourrait multiplier les anomalies qu'entraîne le raccordement proposé par M. Denoël, et, en résumé, on voit qu'en voulant placer fort bas les couches du sondage n° 56 on se lance dans un dédale inextricable.

Nous pensons que les couches de ce sondage sont, au contraire, très élevées et il nous semble que la teneur en matières volatiles des veines de ce sondage conduit tout naturellement à cette idée. Nous allons exposer les raisons de notre opinion.

Comme nous l'avons dit dans le travail précité publié avec le R. P. Schmitz, on sait maintenant, d'une façon certaine, qu'il y a, au-dessus de la grande stampe stérile inférieure, un très riche faisceau de couches à coke de 400 à 450 mètres de puissance. C'est ce faisceau qui traverse la partie centrale de la concession de Beeringen et que les sondages n°s 72 et 77 ont tout récemment parfaitement reconnu; au-dessus de ce riche faisceau, de loin la principale richesse de la Campine [1], se développe une zone stérile que nous avons appelée supérieure. Cette zone, encore mal connue, d'épaisseur variable (au moins 300 mètres), n'est pas stérile au même titre que la stampe inférieure. Elle renferme même parfois quelques belles couches. Elle n'est stérile que par opposition avec les zones très riches que l'on trouve au-dessus et en dessous. De plus, les couches qu'elle renferme sont très variables, à en juger d'après l'impossibilité où l'on se trouve de raccorder les sondages qui l'ont traversée. Nous pensons que c'est cette stampe stérile supérieure qu'a traversée le sondage n° 56, qui a du reste la teneur en matières volatiles élevée que cette stampe montre partout ailleurs. Ce n'est au surplus pas la première fois que cette stampe a été traversée dans la région. Nous pensons que le sondage n° 55 de Coursel (Schans) a traversé une zone plus élevée de la même stampe, et ainsi s'explique la pauvreté relative de ce sondage comparativement aux riches sondages voisins n°s 48 et 72 [2].

---

(1) Pour distinguer ce riche faisceau, nous lui donnerons le nom de faisceau de Genck.

(2) MM. Fourmarier et Renier qui ont étudié les échantillons du sondage n° 56, y ont trouvé (cf *op. cit.*) :

Anthracomya minima; Calamites Cisti; Calamites Suckowi; Asterophyllites equisetiformis; Neuropteris heterophylla; Radicites columnaris; Lepidostrobus variabilis; Lepidophyllum triangulare.

Aucun de ces fossiles, malheureusement n'est caractéristique d'une zone donnée du Houiller de la Campine et nous ne pouvons donc utiliser les caractères paléontologiques pour trancher la question de l'âge des couches du sondage n° 56.

II. — Stampe normale du Houiller de la Campine anversoise.

En se basant sur l'examen du tableau de la planche E et sur ce que nous venons de dire du sondage n° 56, on voit que le Houiller de la province d'Anvers montre la composition suivante, qui concorde rigoureusement avec celle de la Campine limbourgeoise. En effet, cette composition, de haut en bas, présente :

1° Une stampe stérile supérieure avec quelques couches exploitables, reconnue par le sondage n° 56;

2° Un riche faisceau de couches à coke qui, si nos idées sont exactes, doit prolonger, vers l'Ouest, la direction du riche faisceau de Beeringen et se développer dans le vaste espace inconnu situé entre les sondages n°s 25 et 56. Il est bien curieux qu'aucun sondage n'ait encore recoupé ce riche faisceau dans la province d'Anvers et que personne n'ait entrepris de retrouver le prolongement occidental du faisceau dont les sondages de Beeringen indiquent si nettement la direction ;

3° La grande stampe stérile inférieure, de 180 à 200 mètres de puissance, ne renfermant, et pas toujours même, que des veinettes insignifiantes ;

4° Le faisceau de Beeringen, ayant 141 mètres d'épaisseur moyenne et renfermant trois couches pouvant se dédoubler et donner quatre ou cinq couches ;

5° La petite stampe stérile inférieure, ayant en moyenne 146 mètres ;

6° Le faisceau de Norderwyck, s'étendant jusqu'au poudingue houiller et ayant 188 mètres de puissance moyenne, avec deux belles couches exploitables ;

7° Le Houiller inférieur au poudingue, en additionnant les stampes des sondages n°s 37 et 57, aurait environ 250 mètres de puissance déjà reconnue.

D'après les épaisseurs du même Houiller dans nos anciens bassins, on ne se trouverait donc pas loin du Calcaire carbonifère. Ce Houiller inférieur ne renfermerait, dans la province d'Anvers, jusque maintenant, qu'une couche exploitable.

En supposant que le faisceau à coke n° 2 ait, comme aux sondages

nos 48 et 72 de Beeringen, 450 mètres de puissance, le Houiller de la province d'Anvers aurait jusque maintenant l'épaisseur suivante :

Stampe stérile supérieure	275	mètres.
Faisceau riche à coke	450	—
Zone peu productive inférieure jusqu'au poudingue	665	—
Houiller inférieur au poudingue	250	—
Total	1,640	mètres.

Les chiffres de la zone à coke et de la zone peu productive, les seuls qui soient complètement connus, concordent d'une façon remarquable avec les chiffres que nous avons donnés avec le R. P. Schmitz pour le Limbourg.

C'est une preuve, je pense, du bien fondé des assimilations que nous avons proposées dans les pages qui précèdent.

III. — Allure des couches.

Une fois en possession de la synonymie des couches, nous avons tracé la carte de la planche C de la façon suivante (1) :

1° Pour toute la région située à l'Est de la faille de Meerhout, nous avons tracé les limites séparatives des horizons figurés en nous basant sur l'inclinaison moyenne de chaque sondage et en admettant que le sens de l'inclinaison est vers le Nord-Nord-Est. Sur le bord Nord du bassin, la disposition des couches aux sondages nos 77, 62 et 55 indique la présence d'ondulations analogues à celles que l'on constate, sur le même bord, en Limbourg ;

2° Pour la région à l'Ouest de la faille de Meerhout, la présence indubitable de couches très inférieures au sondage n° 57 oblige à admettre un relèvement en bassin du bord Nord. Ce bassin est-il aussi complètement fermé vers l'Est que je l'ai figuré, ne s'ouvre-t-il pas au Nord de Gheel pour reformer un nouveau bassin plus au Nord? Nul ne saurait le dire dans les conditions actuelles. J'ai adopté la solution la plus simple, qui n'est peut-être pas la plus vraie. Je dois, d'ailleurs,

(1) Pour ne pas devoir tracer notre carte à un niveau inférieur à —800 mètres, nous ferons comme si la base des morts-terrains ne descendait pas plus bas que ce niveau, au sondage n° 58.

dire que les régions extrême Nord et extrême Ouest de ma carte, vu l'écartement des sondages, n'ont dans mon opinion qu'une exactitude très faible dans les tracés.

Pour permettre de mieux saisir l'allure des couches de la région, j'ai joint à ce travail, sur la planche D, deux coupes transversales du bassin, l'une pour la région à l'Est et l'autre pour la région à l'Ouest de la faille de Meerhout.

IV. — Failles.

A l'époque de la publication des premiers travaux qui ont traité du bassin de la Campine, après les recherches, des opinions très divergentes se sont fait jour concernant l'existence de failles en Campine. MM. Kersten, Harzé et moi, nous avons soutenu qu'il n'était pas possible d'expliquer l'allure des couches sans admettre l'existence de plusieurs failles normales transversales. MM. Forir, Habets et Lohest ont nié l'existence de ces failles, mais leur grand travail n'était pas encore complètement achevé qu'ils étaient obligés d'admettre l'existence de certaines de ces failles. M. Forir avait même été jusqu'à admettre que les failles normales, telles que celles qui existent en Campine, ne produiraient aucun rejet horizontal. M. Denoël, sans nier l'existence des failles, avait cru préférable d'en faire abstraction dans le tracé de sa carte synoptique.

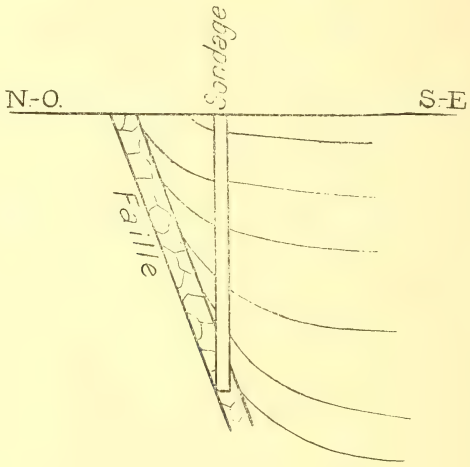
Aujourd'hui, toutes ces discussions ne seraient plus possibles. Non seulement on a reconnu l'existence de failles dans les échantillons des anciens sondages antérieurs aux concessions, mais les nouveaux sondages en ont reconnu de très importantes, des mieux caractérisées. De plus, dans la plupart des endroits où l'on avait voulu expliquer les changements d'allure des couches par des ondulations, l'exécution de nouveaux sondages a montré que cette hypothèse est complètement en défaut.

Pour la région qui nous occupe, l'existence d'une faille normale transversale ressort avec la dernière évidence de nos tracés. Cette faille, à rejet très faible vers le Sud, voit ce rejet augmenter considérablement vers le Nord. La lèvre Sud-Est de la faille, dans le Nord, est fortement descendue par rapport à l'autre lèvre.

L'existence de cette faille, que nous avons appelée faille de Meerhout, n'est pas purement conjecturale. Le sondage n° 34 a traversé incontestablement une faille importante. Les roches traversées, d'abord

presque horizontales et régulières, en descendant, sont devenues de plus en plus inclinées et bouleversées, pour à la fin présenter des pentes de 60° et se montrer complètement broyées au fond du sondage d'où l'on ne parvenait plus à ramener que des fragments.

Comme le montre le croquis ci-dessous, ce sont là les allures caractéristiques d'un massif retroussé le long d'un plan de faille normale sous l'influence du frottement pendant la descente.



Le sondage n° 56 a aussi rencontré, au fond, une zone failleuse. Si l'on prolonge la droite réunissant ces deux sondages, on passe à proximité du sondage n° 36 qui a aussi fini dans une zone failleuse. Est-ce la faille de Meerhout, qui alors serait un peu courbe, ou est-ce une faille secondaire parallèle? Les éléments font défaut pour trancher ce point de détail.

ANNEXE.

COMPOSITION CHIMIQUE DES CHARBONS.

Pour permettre d'apprécier les caractères tirés de la composition chimique des couches que nous avons raccordées, nous donnons ci-après les résultats résumés de l'analyse de ces couches. On sera ainsi dispensé de recourir aux sources assez nombreuses où nous avons dû puiser pour obtenir ces analyses.

Les lettres *m. v.* d'une part et *c.* de l'autre indiquent les teneurs en matières volatiles et en cendres. Les résultats d'analyses qui ne portent

aucune indication ont été extraits du travail bien connu de MM. Denoël et Meurice sur *Les charbons de la Campine* et portent sur les échantillons dégraissés à l'éther, séchés et titrés d'après les méthodes indiquées dans ce travail.

Les résultats d'analyses placés entre parenthèses proviennent du même travail, mais ont porté sur des échantillons non titrés d'après leur méthode.

Les résultats d'analyses accompagnés de la mention (*Société*) ont été obtenus par les soins des sociétés qui ont pratiqué les sondages.

SONDAGE N° 25.

Veine de 769m00 (1m15)	. . . .	23.40 *m. v.*	1 70 *c.*
— de 826.25 (0.75)	. . . .	23.00 *m. v.*	2.15 *c.*
— de 895.29 (0.80)	. . . .	21.15 *m. v.*	3.35 *c.*
— de 900.94 (0.90)	. . . .	20.80 *m. v.*	2.35 *c.*

SONDAGE N° 28.

Veine de 560m34 (0m20)	. . . .	22.80 *m. v.*	(*Société*)
— de 581 40 (0.12)	. . . .	35.50 *m. v.*	(*Société*)
— de 705.80 (0 15)	. . . .	25 00 *m. v.*	(*Société*)
de 757 46 (0.58)	. . . .	24 60 *m. v.*	(*Société*)
— de 819 06 (0 08)	. . . .	22 90 *m. v.*	(*Société*)
— de 836.93 (0 63)	. . . .	21 55 *m. v.*	2 85 *c.*
— de 879.40 (0.12)	. . . .	23.00 *m. v.*	(*Société*)
— de 974 53 (0 65)	. . . .	17 50 *m. v.*	4.35 *c.*
— de 981.53 (0.12)	. . . .	23 00 *m. v.*	(*Société*)
— de 992.03 (0.75)	. . . .	17.10 *m. v.*	(*Société*)

SONDAGE N° 29.

Veine de 624m25 (1m13)	. . . . .	26.95 *m. v.*	2.45 *c.*
— de 693 20 (0.80)	. . . .	27 50 *m. v*	3 25 *c.*
— de 697.30 0.60)	. . . .	26 55 *m. v.*	2 70 *c.*
— de 888.35 (0 90)	. . . .	23 20 *m. v.*	(*Société*)
— de 900 25 (1.25)	. . . .	19.20 *m. v.*	(*Société*)

SONDAGE N° 33.

Veine de 550m65 (0m45)	. . . .	21 57 *m. v.*	9.58 *c.*
— de 621.05 (0.50)	. . . .	21.58 *m. v.*	3.33 *c.*
— de 727.53 (0.69)	. . . .	15.24 *m. v.*	4.75 *c.*

Sondage n° 34.

Veine de 711m05 (0 10)	29 21 *m. v.*	13.83 *c.*
— de 772 04 (0 20)	(26.71 *m. v.*	6.71 *c.*)
— de 785.98 (0.30)	27.55 *m. v.*	9 70 *c.*

Sondage n° 35.

Veine de 893m30 (1m40)	23 80 *m. v.*	6 50 *c.*
— de 902.60 (0.70)	22.40 *m. v.*	6.15 *c.*
— de 907 50 (0 70)	22 95 *m. v.*	8 00 *c.*
— de 1 059.80 (1 10) . .	(19.42 *m. v.*	6 45 *c.*)

Sondage n° 36.

Veine de 668 75 (1 30)	24 40 *m. v.*	9 80 *c.*

Sondage n° 37.

Veine de 650m80 (1m15)	23.02 *m. v.*	11 03 *c.*
— de 712 30 (0 55)	19 75 *m. v.*	5 50 *c.*
— de 716.65 (1.10)	16 20 *m. v.*	6 15 *c.*
— de 859 50 (1 10)	15 60 *m. v.*	6 25 *c.*

Sondage n° 39.

Veine de 715m20 (1m10)	19 20 *m v.*	0.80 *c.*
— de 772 70 (1.20)	17 60 *m. v.*	11.56 *c.*

Sondage n° 57.

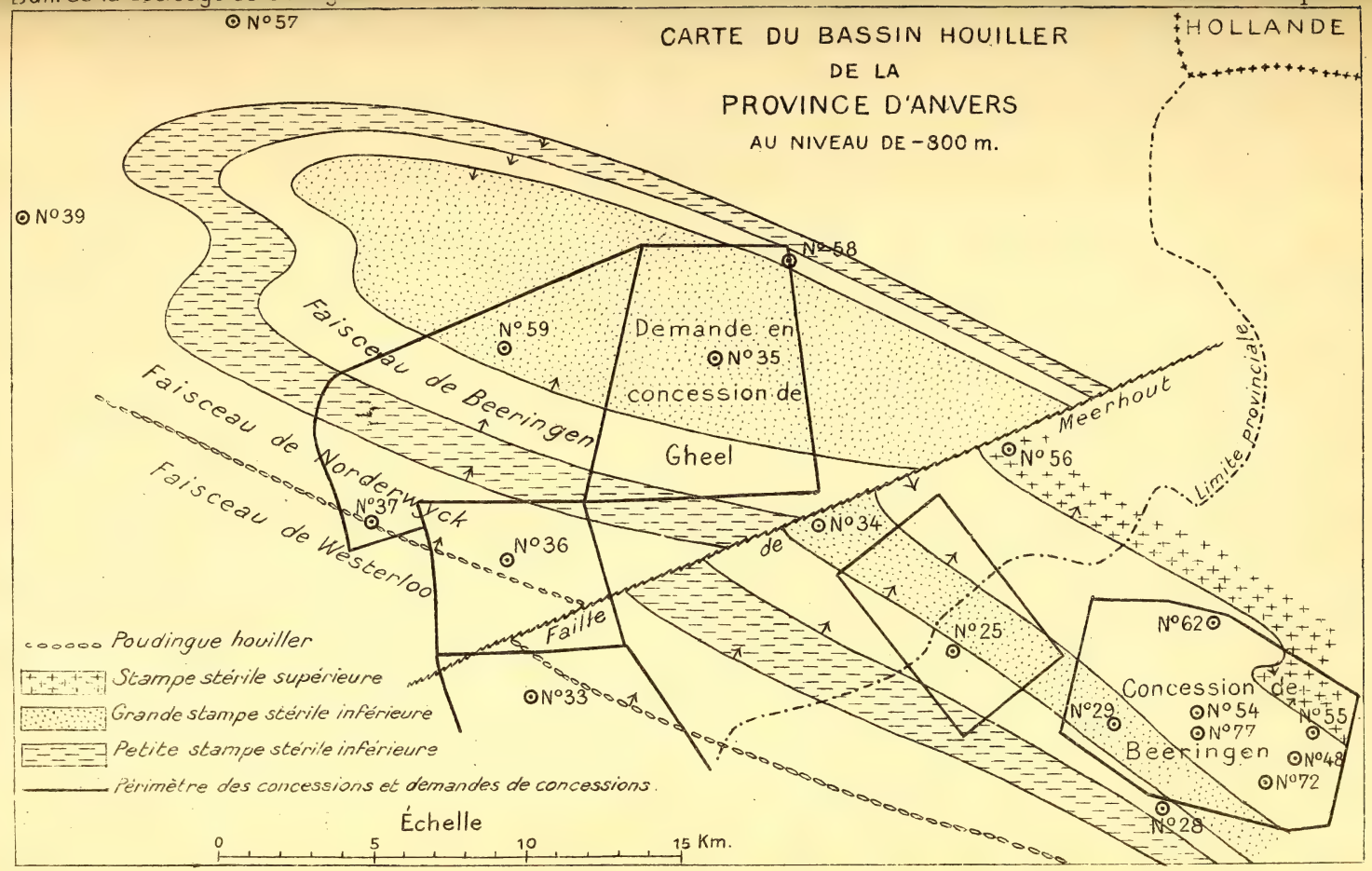
Veine de 979m60 (0m39)	10 22 *m. v.*	14.63 *c.*

Sondage n° 59.

Veine de 885m20 (1m20) . . .	21.20 *m. v.*	3 20 *c.*
— de 892.95 (0 65) . . .	21 75 *m. v.*	2.50 *c.*
— de 899 85 (0.50) . .	21.80 *m. v.*	2.15 *c.*

Sondage n° 77.

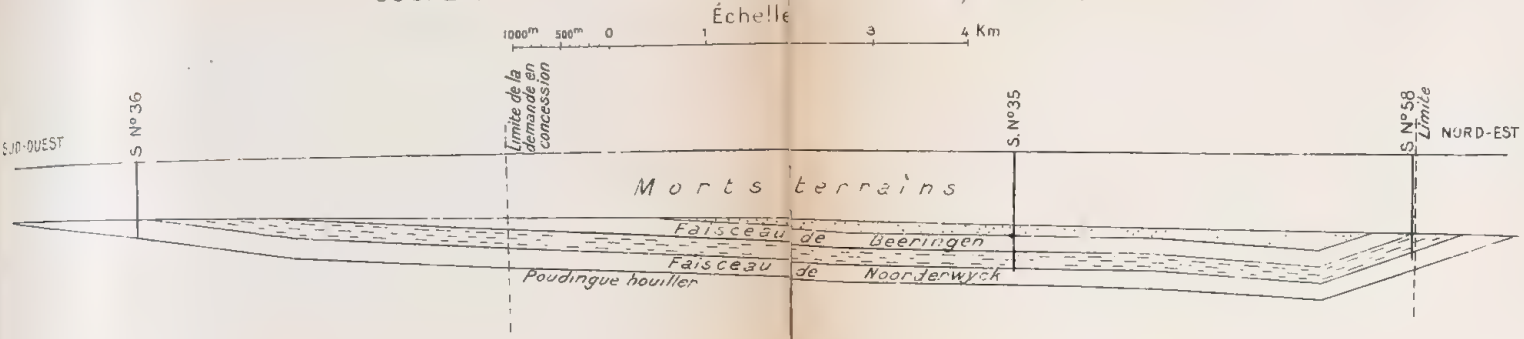
Veine de 885m58 (1m25)	23.98 *m. v.*	8.50 *c.* (*Société*)
— de 964 68 (0 70)	25 38 *m. v.*	1 90 *c.* (*Société*)
— de 1 033 86 0 30) . . .	25 16 *m. v.*	6 40 *c.* (*Société*)
— de 1 036 50 (0.55). . .	26 12 *m v.*	4.32 *c.* (*Société*)
— de 1 280.51 (1 60). . . .	22 60 *m. v.*	4 18 *c.* (*Société*)
— de 1 358 00 (0 80). . . .	21.60 *m. v.*	3 72 *c.* (*Société*)
— de 1 365.10 (0 90). . . .	19 76 *m. v.*	4 44 *c.* (*Société*)
— de 1 471.00 (1.50). . . .	18 66 *m. v.*	4.16 *c.* (*Société*)


CARTE DU BASSIN HOUILLER
DE LA
PROVINCE D'ANVERS
AU NIVEAU DE -800 m.
HOLLANDE
N° 57
N° 39
N° 58
N° 59
Demande en
N° 35
concession de
Gheel
Faisceau de Beeringen
Faisceau de Norderwyck
Faisceau de Westerloo
N° 37
N° 36
N° 34
N° 56
Meerhout
Limite provinciale
de
Faille
N° 33
N° 25
N° 62
Concession de
N° 54
N° 77
N° 29
N° 55
Beeringen
N° 48
N° 72
N° 28
Poudingue houiller
Stampe stérile supérieure
Grande stampe stérile inférieure
Petite stampe stérile inférieure
Périmètre des concessions et demandes de concessions.
Échelle
0
5
10
15 Km.

DEMANDE EN CONCESSION DE GHEEL

COUPE PASSANT PAR LES SONAGES N° 36, 35 ET 58

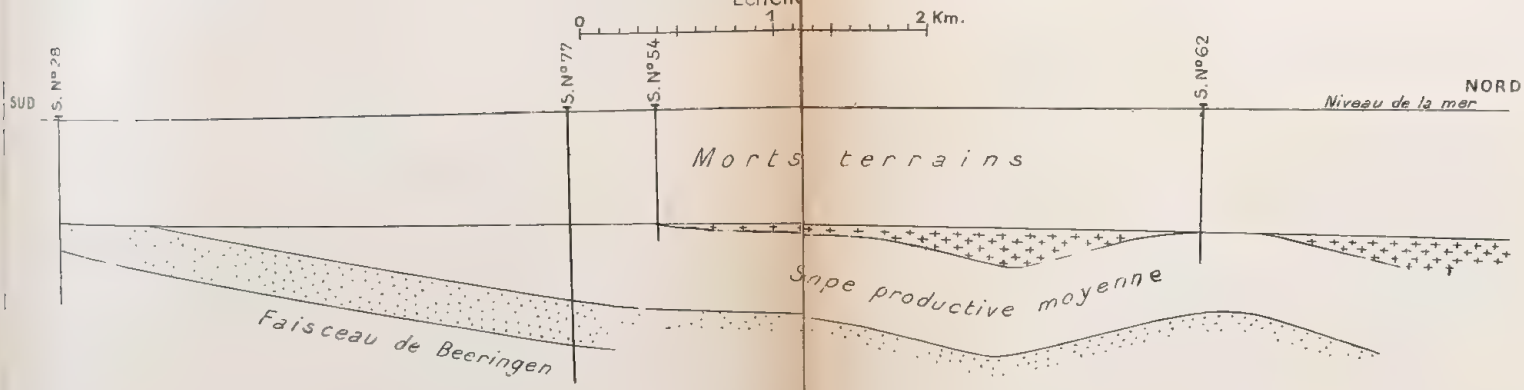
Échelle



CONCESSION DE BERINGEN

COUPE PASSANT PAR LES SONAGES N° 28 ET 62

Échelle



Stampe stérile supérieure — Grande stampe stérile inférieure — Petite stampe stérile inférieure — Faisceaux productifs

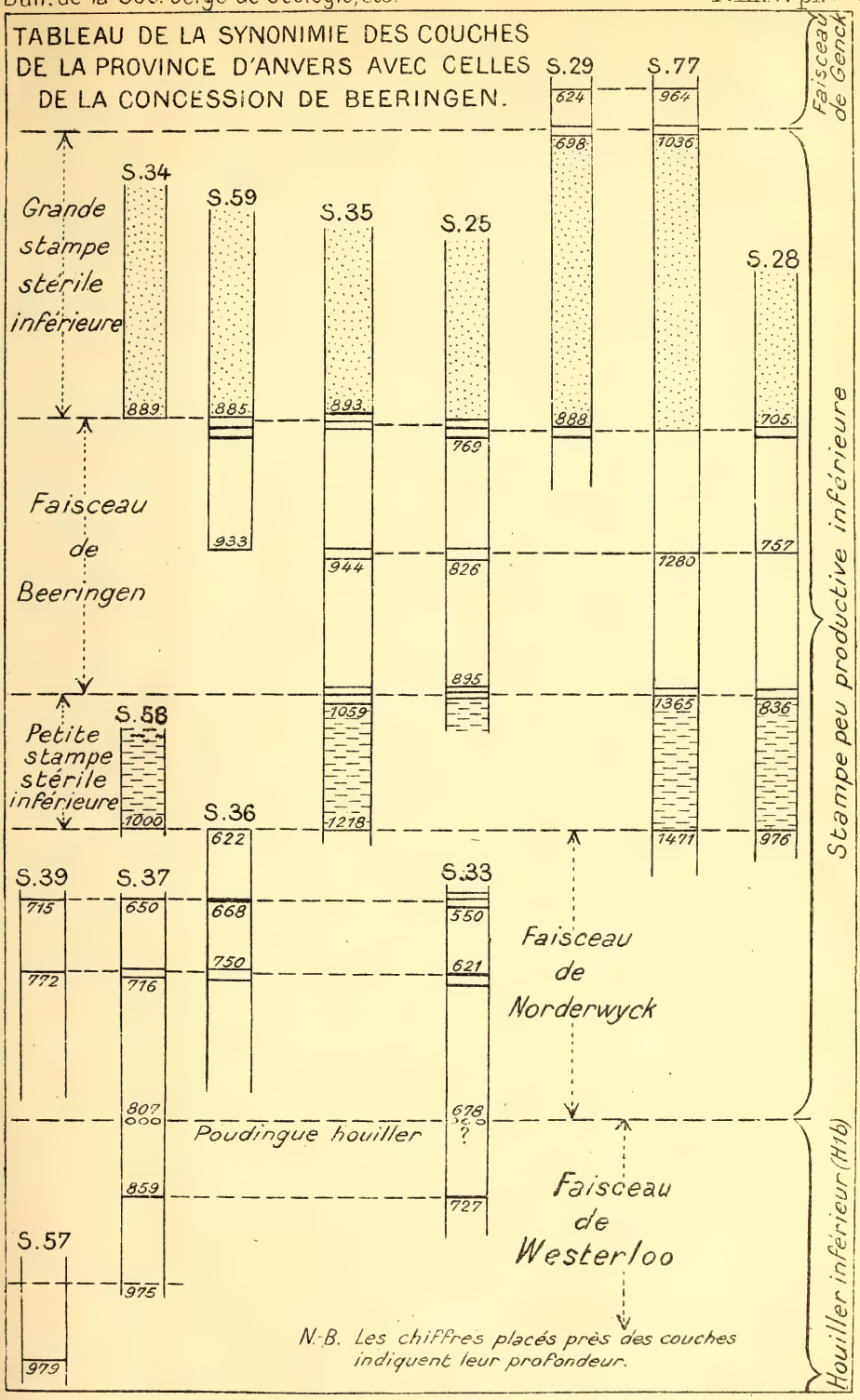
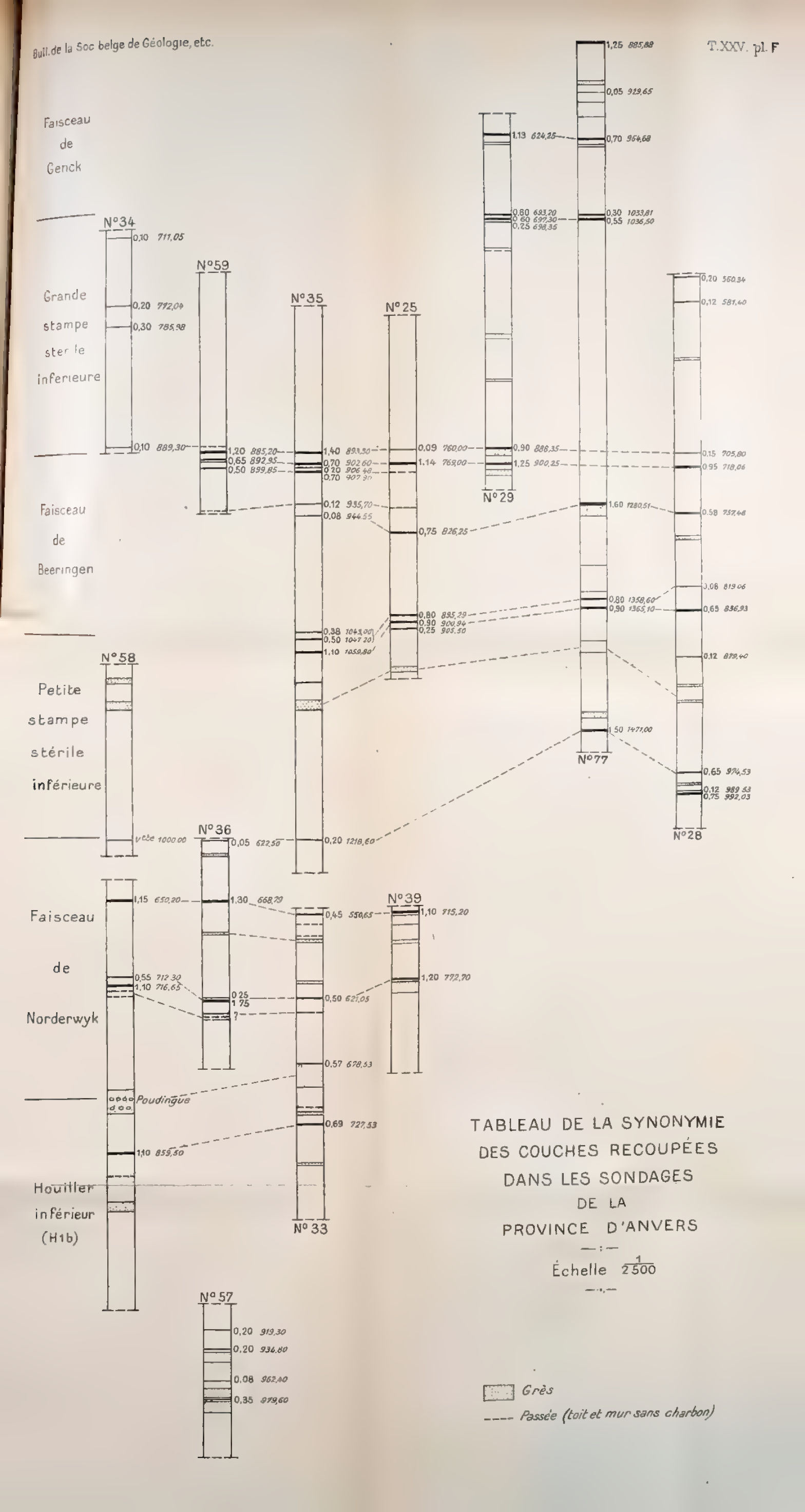


TABLEAU DE LA SYNONIMIE DES COUCHES
DE LA PROVINCE D'ANVERS AVEC CELLES
DE LA CONCESSION DE BEERINGEN.
S.29
S.77
Faisceau de Genck
S.34
S.59
S.35
S.25
S.28
Grande stampe stérile inférieure
889
885
893
769
624
964
698
1036
888
705
Faisceau de Beeringen
933
944
826
757
1280
895
Petite stampe stérile inférieure
S.56
1059
1365
836
1000
1278
1471
976
S.36
622
S.39
S.37
S.33
715
650
668
550
772
716
750
621
Faisceau de Norderwyck
807
678
Poudingue houiller
859
727
Faisceau de Westerloo
S.57
975
979
Stampe peu productive inférieure
Houiller inférieur (H1b)
N.B. Les chiffres placés près des couches indiquent leur profondeur.

E. Hô
in
RS
(H

arbon)


Faisceau de Genck
Grande stampe stérile inférieure
Faisceau de Beeringen
Petite stampe stérile inférieure
Faisceau de Norderwyk
Houiller inférieur (H1b)
Poudingue
N° 34
N° 59
N° 35
N° 25
N° 29
N° 77
N° 28
N° 58
N° 36
N° 39
N° 33
N° 57
TABLEAU DE LA SYNONYMIE DES COUCHES RECOUPÉES DANS LES SONDAGES DE LA PROVINCE D'ANVERS
Échelle 1/2500
Grès
Passée (toit et mur sans charbon)

GEORGES HASSE. — **Les sables noirs dits miocènes boldériens. 3e note sur Anvers, Schilde, Oeleghem, 's Gravenwezel, Lauwershoek, Landmolen, Haesdonck.**

Une série de visites faites récemment dans les forts de Schilde, Oeleghem, s' Gravenwezel, Lauwershoek, Landmolen et Haesdonck et dans une propriété à Anvers, me permettent de donner une nouvelle note géologique intéressante; je tiens cependant tout d'abord à remercier bien cordialement ceux qui m'ont aidés dans ma tâche, le dévoué entrepreneur M. Bolsée et les savants officiers du génie dirigeant les travaux, et surtout MM. les capitaines Huyghe et Delobbe.

1. — *Anvers.*

Coupe située rue de la Pépinière, dans la propriété de M. Max van den Becke :

Terre végétale	+ 11.30 à + 11.00
Flandrien, bandes argilo-sableuses alternées régulièrement	+ 11.00 à + 9.00
Scaldisien	+ 9 00 à + 8.70
Sables noirs dits miocènes	+ 8 70
Zone à dents et ossements	+ 8.40
Banc de *Pectunculus*	+ 8.00

Le Scaldisien est représenté ici par une bande détritique avec des *Ostrea*, des *Tellina, Cyprina;* la base renferme même quelques *Pecten* diestiens et des *Pectunculus* des sables noirs; peu ou pas de cailloux.

2. — *Anvers.*

Les travaux entrepris pour la construction d'un égout au coin du parc du Brandt et de la plaine de Wilryck m'ont montré la coupe suivante :

Terre végétale	+ 10.50 à + 10.40
Flandrien	+ 10.40 à + 9 40
Sables noirs dits miocènes	+ 9 40

Fort de Schilde.

Argile ou terre végétale	0.00 à 0.60
Flandrien, sable jaune, argileux, en bandes sableuses et argileuses alternées	0.60 à 1.20
Gravier	à 1.20
Sables noirs dits miocènes	1.30 à 1.60

Dans la partie supérieure des sables noirs, on remarque de nombreuses lentilles blanches formées de sable blanc très grossier, souvent teinté de rouge, par du fer.

Fort de Oeleghem.

Voici la coupe complète telle qu'elle se présente actuellement :

Coupe A (fig. 1).

Moderne.	
Terre végétale	+ 9.00 à + 8.60
Quaternaire.	
Flandrien :	
Sable jaune verdâtre, 1 mètre à 1m50 épaisseur; gravier de base	+ 8.60 à + 7.00
Campinien :	
Sable grossier, blanc, 0m10 à 0m60 épaisseur	+ 7.00 à + 6.50
Bande tourbeuse, 0m10 à 0m20	+ 6.50 à + 6.40
Gros blocs de quartz blanc ou blocs de silex crétacés	+ 6.40 à + 6.30
Tertiaire.	
Scaldisien :	
Sables fossilifères gris clair, très fluides; banc de fossiles avec gravier de base	+ 6.00
Sables noirs dits miocènes	+ 6.00 à + 5.00
Ossements	+ 5.00

Cette coupe est celle que montre le fossé dans un quart de son étendue.

Les sables campiniens renferment de nombreux débris végétaux et même, sur une centaine de mètres, une bande tourbeuse noire formée

de végétaux décomposés; à leur base la coupe A montre des blocs de quartz, la coupe B un banc de silex du Crétacé, blocs non altérés, non roulés; dans le restant du fort, la base montre des silex roulés et des quartz.

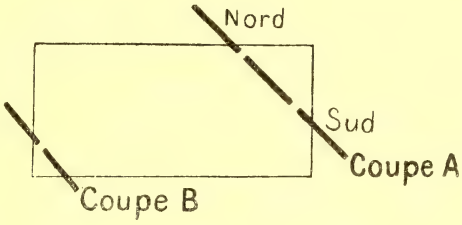


Fig. 1.

Le Scaldisien se montre dans la coupe A et affleure dans le tiers du fort seulement; il comprend des sables gris clair très fluides, peu argileux, et un banc de fossiles bien intacts, mais délicats et reposant sur du gros gravier noir; les fossiles sont le plus souvent bivalves, non roulés, bien en place; j'y ai retrouvé :

Cyprina islandica;
Cyprina rustica;
Des *Ostrea;*
Tellina Benedeni;
Corbula striata;
Pecten varius;
Des *Astarte;*
Echinus miliaris complet et en bon état.

Le sable scaldisien d'Oeleghem ressemble beaucoup au sable poederlien d'Anvers.

La coupe B montre :

Terre végétale	+ 9 00 à + 8 60
Flandrien sableux jaune; gravier de base . .	+ 8 60 à + 7 00
Campinien sableux blanc, grossier; cailloux . .	+ 7.00 à + 6 00
Sables noirs dits miocènes.	+ 6.00 à + 5 00

On ne rencontre plus du tout le Scaldisien dans cette partie du fort; parfois on remarque encore un peu de gros gravier noir comme seul vestige. Les cotes où apparaissent les sables noirs dits miocènes sont

très variables: + 6.80, + 6.70, + 6.65, + 6.75, + 6.85, + 6.60, + 7.00.

Les cotes supérieures de la terre végétale varient de + 9.00 à + 9.60 pour toute l'étendue du fort et ne correspondent pas toujours ici à des variations de niveau des sables noirs dits miocènes; on remarque que dans la partie montrant le Scaldisien et dans celle ne le montrant plus, il y a 50 centimètres de dénivellation supérieure pour les deux côtés du fossé.

Fort de 's Gravenwezel.

L'avancement des travaux et la mise à profondeur des fossés me permettent de donner une nouvelle coupe plus détaillée.

Terre végétale	+ 6 00 à + 5 60
Flandrien	+ 5 60 à + 5.00
Campinien.	+ 5 00 à + 4 00
Poederlien	+ 4 00 à + 1 00

Le Flandrien repose tantôt directement sur le Poederlien, tantôt sur le Campinien, et sa base est irrégulière, non horizontale, par suite de filtrations d'eau avec envahissement par des végétaux, et le gravier de base suit parfaitement les sinuosités nouvelles (fig. 2).

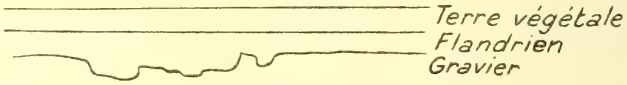


Fig. 2.

On retrouve des roseaux modernes jusque 3m50 de profondeur, parfois en paquets très fournis.

Le Campinien est sableux, blanc, grossier, mais montre tantôt une seule couche de végétaux entièrement décomposés, tantôt deux couches, la supérieure formée alors de végétaux intacts et couchés; j'y ai reconnu des restes de chêne, de peuplier, de sapin; la base du Campinien ne présente ici que des blocs erratiques de quartz ou des pierres ressemblant à des septarias imprégnés de fer.

En plusieurs endroits, la séparation des terrains quaternaires et tertiaires est faite par une bande argileuse irrégulière, tantôt très mince, 5 centimètres, tantôt plus épaisse, 20 centimètres, souvent plissée (fig. 3).

Cette bande argileuse est-elle le résidu de l'époque glacière? On peut

se le demander, puisque souvent on y retrouve des blocs erratiques, comme le fragment de grès rouge que j'y ai recueilli.

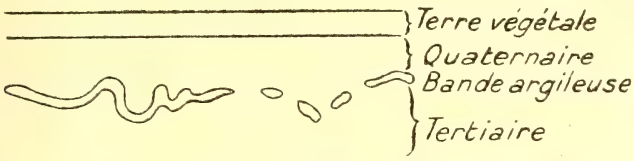


Fig. 3.

Le Poederlien est formé de sables où aucun fossile n'est visible.

Doit-on considérer la zone classée ici comme Campinien ou Hesbayen, à cause des couches de végétaux, ou la laisser telle ?

Fort de Haesdonck.

Le fort de Haesdonck est situé sur la rive gauche de l'Escaut et montre des coupes géologiques extrêmement intéressantes et qui serviront à élucider certains points douteux de coupes dans les briqueteries de la région.

Voici la coupe principale :

Moderne.	
Terre végétale	+ 19.50 à + 19 00
Quaternaire.	
Flandrien, sable jaune clair	+ 19.00 à + 16 30
Gravier de base	+ 16.30 ou parfois + 17.60
Tertiaire.	
Sables scaldisiens	+ 16.30
Banc fossilifère scaldisien	+ 16 30 à + 16.00
Gravier de base	+ 16.00
Zone graveleuse, résidu du Diestien, gravier blanc et rouge	+ 16.00 à + 15 00
Sables noirs dits miocènes	+ 15 80 à + 15 30
Zone à dents et ossements	+ 15.30
Sables noirs, fossiles dissous	+ 15.30 à + 12.25
Argile de Boom, Oligocène	+ 12.25 à — 12 75

Dans une petite partie du fort, on remarque que le Flandrien a moins d'épaisseur et qu'il y a une bande argileuse plastique grise repo-

sant directement sur le banc fossilifère scaldisien; nous voyons donc ici comme à s' Gravenwezel et à Anvers un dépôt argileux intervenant entre le Quaternaire et le Tertiaire.

Les cotes de niveau des divers horizons géologiques varient suivant les points observés dans le fort.

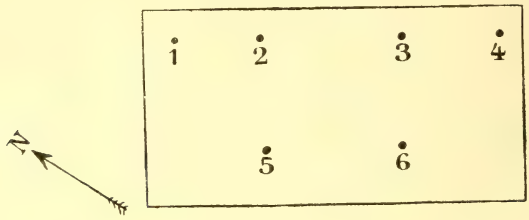


Fig. 4.

Sondages dans le fort.

	1	2	3	4	5	6
Terre végétale . .	+ 19.84	+ 19.30	+ 19.50	+ 19 35	+ 19.10	+ 19.55
Flandrien . . .	+ 19.50	+ 19.20	+ 19.00	+ 19.00	+ 18.70	+ 19.30
Argile plastique.	+ 17.15					
Scaldisien . .		+ 16.20	+ 16.30	+ 16.55	+ 16 40	+ 16.00
Sables noirs dits miocènes . . .	+ 16.10	+ 15.90	+ 16.10	+ 15.90	+ 15.90	+ 15.75
Vert clair. . . .	+ 15.40					
Noirâtres. . . .		+ 15.35	+ 15.45	+ 15.30		+ 15.20
Argile de Boom. .		+ 12.07	+ 12.49		+ 11.84	+ 12.48

Le gravier de base du Flandrien est très abondant et forme un cordon régulier.

Le Scaldisien est représenté par un peu de sable gris ou brun et un banc de fossiles; ce banc de fossiles a de 20 à 40 centimètres d'épaisseur, est simple ou dédoublé; les mollusques bivalves sont en place, mais souvent remplis de sable noir miocène.

En certains points, le banc de fossiles est lentement descendu dans

de véritables entonnoirs d'infiltration ; dans les sables miocènes, les fossiles se mettent alors en position perpendiculaire (fig. 5).

J'ai retrouvé dans le Scaldisien des *Ostrea*, des *Cyprina rustica*, *Cyprina islandica*, *Pecten*, *Tellina Benedeni*, *Astarte*.

Dans le gravier de base, le *Pecten Westendorpi*, comme souvent il se montre à Anvers dans le Diestien.

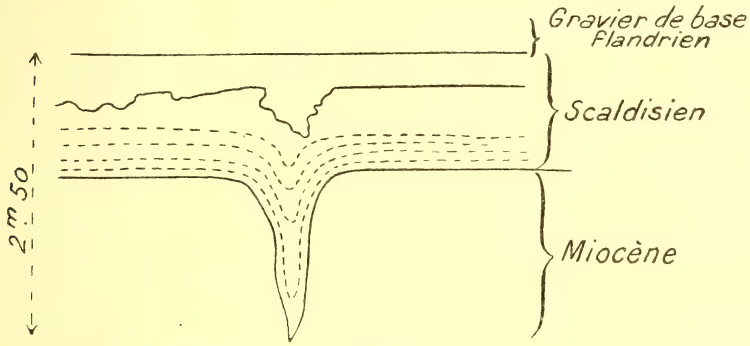


Fig. 5.

Sous le gravier de base scaldisien, j'ai rencontré une bande graveleuse de 10 à 20 centimètres d'épaisseur, formée de sables grossiers gris et de petits cailloux de silex teintés de rouge, de petits cailloux de quartz blanc. Je pense que cette zone détritique doit représenter le résidu du Diestien; elle ne se présente qu'en une petite partie du fort; partout ailleurs, le Scaldisien, avec son gravier, repose directement sur les sables noirs dits miocènes.

Les sables noirs dits miocènes montrent dans leur partie supérieure de nombreux ossements et des dents de squales; les cétacés sont tous des Balénoptères, les squales des *Carcharodon*, *Oxhyrina*, *Lamna*, *Nautidanus*. J'y ai rencontré également des vertèbres de poissons et des restes de phoques.

Le polder, à Haesdonck comme partout, est divisé en parcelles séparées par de petits fossés pour l'écoulement des eaux; mais, comme le capitaine Huyghe l'a observé lors de sondages, les dénivellations supérieures correspondent souvent à des différences de niveau jusqu'à l'argile de Boom pour les différents terrains.

Or il existe à Haesdonck deux nappes aquifères, l'une reposant sur le banc scaldisien, l'autre sur l'argile de Boom. Il est certain qu'une partie des variations de niveau des divers horizons géologiques est due à l'action des eaux postérieurement au dépôt horizontal des sédiments; mais que ces variations s'observent seulement ici à Haesdonck, Lau-

wershoek et Landmolen, sur la rive gauche de l'Escaut, et que jamais je n'aie pu les observer sur la rive droite, la chose est curieuse et intéressante. Les eaux d'infiltration atmosphériques sont également intervenues, puisque nous voyons des entonnoirs où les terrains sont descendus.

Il est curieux aussi que les parcelles dans le polder correspondent encore actuellement à des dépressions géologiques; l'homme a donc en grande partie respecté la conformation naturelle du sol.

Les eaux s'écoulent dans une direction générale allant de la route romaine, longeant le côté Nord du fort, vers la dépression où coule le Barbierbeek.

Redoute de Lauwershoek.

Coupe a Lauwershoek d'après les sondages.

Moderne.	
Terre végétale	+ 25 60 à + 25 27
Quaternaire.	
Flandrien sableux et argileux	+ 25 27 à + 21.93
Scaldisien	+ 21.93 à + 21 41
Argile de Boom, Oligocène	+ 21.41 à — 3.59

Dans le premier sondage fait, on a rencontré à la cote + 23.25 une bande de cailloux; le Scaldisien aurait donc en certains points une épaisseur plus grande, soit + 23.25 à + 22.00.

Le niveau supérieur de l'argile de Boom varie lui aussi : + 21.45, + 21.20, + 21.60.

Redoute de Landmolen.

Coupe a Landmolen d'après les trois sondages.

Terre végétale à	+ 19.75	+ 18.90	+ 19 60
	+ 19.00	+ 18.50	+ 19.00
Flandrien, bandes argileuses et sableuses à	+ 19.00	+ 18.50	+ 19.00
	+ 16.25	+ 16 45	+ 16 35
Argile plastique à	+ 16.25	+ 16 45	+ 16 35
	+ 15 85	+ 15 75	+ 16.00
Scaldisien à	+ 15 75		
	+ 15.25		
Argile de Boom	+ 15.85	+ 15 25	+ 16 00

F. Halet. — **Le puits artésien de l'Usine Thomaes, à Renaix** (*suite*).

A la séance de la Société belge de Géologie du 15 mars de l'année dernière, j'ai publié la coupe du puits de l'Usine Thomaes jusque la profondeur de 82m50.

Depuis cette époque, le propriétaire, notre collègue M. Thomaes, a fait approfondir son puits dans l'espoir de trouver plus d'eau et a arrêté le forage du puits à la profondeur de 272 mètres.

Voici la coupe des terrains traversés à partir de la profondeur de 82m50 :

Numéros des échantillons.	DESCRIPTION DES TERRAINS TRAVERSÉS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
63 à 74	Schistes gris clair	82 50	109 50	27.00	Silurien *Sl2b* 190.50 m.	Primaire.
75 à 79	Débris de schistes gris un peu quartzeux	109 50	121.70	12.20		
80	Débris de schistes quartzeux fortement broyés . . .	121 70	122.20	0.50		
81 à 83	Schistes gris clair un peu quartzeux.	122.20	124	1 80		
84 à 97	Schistes gris quartzeux . . .	124	134.30	10 30		
98 à 99	Schistes gris foncé plus friables	134 30	135.65	1.35		
100 à 107	Schistes gris bleuâtre quartzeux	135.65	140.70	5 05		
108 - 117	Schistes gris bleuâtre broyés .	140.70	148	7.30		
118 - 125	Schistes gris quartzeux . .	148	156.30	8 30		
126 à 127	Schistes gris bleuâtre tendres .	156.30	158	1 70		
128 à 136	Schistes gris bleuâtre quartzeux	158	166	8.00		
137 à 144	Schistes gris bleuâtre tendres .	166	175	9.00		
145 à 158	Schistes gris bleuâtre quartzeux	175	188.35	13 35		
159 à 166	Schistes gris foncé tendres. .	188 35	196	7 65		

Numéros des échantillons.	DESCRIPTION DES TERRAINS TRAVERSÉS.	PROFONDEURS de	PROFONDEURS à	ÉPAISSEURS.	AGE.	
167 à 170	Schistes gris légèrement quartzeux	196	200	4 00		
171	Débris de schistes quartzeux et petites veines de quartz blanc avec petit lit de matière charbonneuse	200	201	1.00		
172 - 173	Schistes quartzeux et débris de quartz blanc	201	202 50	1 50		
174	Schistes bleuâtres tendres . .	202 50	203	0 50		
175	Schistes gris bleuâtre avec débris de quartz blanc . .	203	204	1 00		
176 à 182	Schistes gris tendres . . .	204	211	7 00		
183 à 187	Schistes gris bleuâtre quartzeux	211	216	5.00	Silurien	PRIMAIRE.
188	Schistes gris foncé tendres (une carotte retirée à cette profondeur montrait des bancs presque verticaux)	216	216.50	0.50	*Sl2b* 190.50 m.	
189 - 194	Schistes gris tendres. . . .	216 50	231 25	14.75		
195 - 199	Schistes gris quartzeux avec débris de quartz blanc . .	231.25	238	6 75		
200 à 219	Schistes gris foncé quartzeux avec nombreuses veines de quartz blanc . .	238	265	27 00		
220 à 221	Schistes gris tendres . .	265	267	2.00		
222	Schistes gris quartzeux avec débris de quartz blanc .	267	272	5.00		

Dans la coupe publiée précédemment, on avait atteint le terrain primaire à la profondeur de 64^{m}10, soit à la cote — 26.10.

De cette profondeur jusqu'à celle de 82^{m}50, le terrain primaire était composé de schistes gris noirâtre un peu altérés ; aux profondeurs de 74 et de 77 mètres, un niveau fossilifère avait été rencontré, et M. Malaise a pu déterminer les deux espèces *Monograptus vomerinus* et *Monograptus Nilssoni*.

Comme on le voit d'après la coupe ci-dessus, ce sondage a traversé,

de la profondeur de 82m50 à 272 mètres, une série de couches composées de schistes gris tendres et de schistes quartzeux avec veines de quartz blanc.

D'après l'allure des échantillons recueillis, on semble se trouver en présence de couches assez inclinées.

A divers niveaux on a encore rencontré des fossiles; M. Malaise, à qui nous avons montré ces fossiles, a bien voulu nous remettre la note suivante :

« Dans le sondage de Renaix, on a trouvé à 84 mètres, dans des schistes compacts noirâtres :

Monoclimacis (*Monograptus*) *vomerina* Nich sp.
Monograptus Nilssoni Barr.

» A 144 mètres, un filon quartzeux.

» A 202 mètres, schistes compacts plus noirs que les premiers, avec :

Monoclimacis (*Monograptus*) *vomerina* Nich sp.
Monograptus Bohemicus Barr.
— *priodon*? Bronn.

» C'est le niveau de Wenloch, Silurien supérieur.

» Ce niveau correspond à l'assise de Corroy, du massif du Brabant, et à l'assise de Naninne, de la bande de Sambre-et-Meuse.

» Les graptolithes de Renaix sont aussi bien conservés que ceux que j'ai recueillis à Naninne. »

Résultats hydrologiques.

D'après les renseignements qu'a bien voulu nous donner M. Thomaes, le débit du puits à la tête du Primaire était de 125 litres à la minute, soit 75 hectolitres à l'heure.

Ces eaux provenaient du sable vert landenien et de la tête du Primaire.

Le débit total et constant à 272 mètres de profondeur était de 500 litres à la minute, soit de 300 hectolitres à l'heure.

L'eau est légèrement alcaline.

D'après M. Thomaes, les fissures les plus importantes se trouvent entre 169 et 177 mètres de profondeur.

Programme de la session extraordinaire dans le Bas-Luxembourg.

Le Secrétaire général expose les grandes lignes du programme de la session extraordinaire dont la convocation est adressée à tous nos membres et qu'il serait donc superflu de reproduire ici.

La séance est levée à 22 heures.

SÉANCE MENSUELLE DU 17 OCTOBRE 1911

Présidence du **lieutenant-colonel Cuvelier**, *président.*

La séance est ouverte à 20 h. 35.

Décès du Dr Florentino Ameghino.

La Société scientifique argentine fait part à la Société de la perte que la science universelle vient de faire en la personne du Dr Florentino Ameghino, directeur du Musée national à Buenos-Ayres.

M. Rutot s'associe aux regrets du Bureau et dit combien il est à craindre que cette mort inopinée fasse perdre les résultats de trésors paléontologiques accumulés par le savant dont il apprend avec tristesse la disparition.

Distinctions honorifiques.

Notre éminent confrère M. L. Dollo a été nommé docteur en philosophie *honoris causa* de l'Université de Christiania, qui a célébré le centenaire de sa fondation durant les vacances.

Le Bureau signale, parmi diverses promotions dans l'Ordre de Léopold, celles qui ont récompensé nos confrères hydrologues :

M. E. Putzeys a été promu au grade d'officier; M. Deblon est nommé chevalier de l'Ordre de Léopold.

Prix de Selys Longchamps.

Le Président félicite tout particulièrement M. Maurice Leriche, présent à la séance, de la haute récompense que vient de lui décerner l'Académie des Sciences de Belgique.

L'œuvre de M. Leriche est un travail de longue haleine, formant déjà trois grands mémoires dont chacun constitue un tout distinct; elle fait connaître, pour les trois périodes géologiques envisagées (Poissons paléocènes, éocènes et oligocènes de la Belgique), environ cent cinquante espèces dont un cinquième ont été découvertes et nommées par l'auteur.

Le prix a été décerné à l'unanimité à M. Leriche : « travaux fauniques qui soient, à la fois par leur étendue et leur caractère approfondi, réellement dignes d'une récompense aussi considérable [1] ».

Rappelons, dit le Président, que M. Leriche est docteur ès sciences naturelles, lauréat de l'Institut de France (Prix Bordin), maître de conférences de *Paléontologie* à l'Université de Lille et, enfin, professeur de *Géologie* à l'Université de Bruxelles.

On sait que, outre ses travaux très importants de *Paléontologie stratigraphique* sur les Poissons tertiaires de la Belgique, il a publié de remarquables notes de géologie sur les terrains silurien, dévonien, crétacique, paléocène, éocène et néogène.

L'assemblée s'associe aux félicitations chaleureuses du Président.

Adoption du procès-verbal de la séance de juillet.

Ce procès-verbal est adopté sans observations.

Correspondance.

Le Comité de l'Exposition internationale d'Hygiène de Dresde annonce qu'il ne sera pas distribué de récompenses à la section, mais que notre Société recevra un diplôme d'honneur de participation.

Le Secrétaire général de la Société géologique de Belgique demande que le compte rendu de la Session extraordinaire de 1911, organisée par nos soins, puisse paraître d'abord dans les *Annales* de cette Société. Il est à noter que notre consœur termine son exercice le 1er octobre, et que nous lui ferions tort en l'obligeant à différer la fin de ses publications jusqu'en janvier 1912.

L'Assemblée décide d'accepter la proposition de M. P. Fourmarier.

---

[1] Prix de Selys Lonchamps; rapports de MM. Pelseneer, Lameere et Willems. (Académie royale de Belgique, 1911, nº 8.)

Le Gouverneur du Hainaut a fait parvenir à notre Trésorier le subside de la province pour l'exercice 1911.

Le Directeur de l'Institut cartographique militaire a fait parvenir à la Bibliothèque la troisième livraison de la nouvelle édition en couleurs de la Carte topographique de la Belgique à l'échelle du 40 000e; il ne reste plus qu'une livraison à paraître pour que cette carte soit complète.

Le Bureau croit utile de reproduire l'annonce d'un organe nouveau d'agrogéologie :

Lors de la deuxième Conférence agrogéologique internationale à Stockholm, pendant l'été de 1910, on décida par vote unanime la fondation d'un organe international de publicité pour répandre la connaissance de l'agrogéologie.

Grâce à la nature de son champ d'activité et comme conséquence des problèmes variés à résoudre dans le domaine de l'agriculture, de la sylviculture et de l'hydrologie, l'agrogéologie est devenue en ces derniers temps une branche importante des sciences physiques et naturelles. C'est le sol qui nourrit tout ce qui vit : les hommes, les animaux et les plantes. Et comme le sol est le pont de passage de l'empire des minéraux inertes au monde des individus animés, la science importante et complexe de l'agrogéologie a des rapports intimes avec les autres sciences, surtout la chimie, la biologie, la climatologie et la géologie.

La grande importance de cette science résulte encore du fait que de nombreuses institutions géologiques et agronomiques, des académies, des ministères, etc., ont fondé des sections spéciales, des chaires et des bureaux pour étudier le sol. Mais l'amplitude de la nouvelle science se manifesta surtout lors des deux conférences agrogéologiques internationales (Budapest 1909 et Stockholm 1910) : l'agrogéologie ne se borne pas seulement à étudier le sol, sa composition et sa nature, mais encore le côté purement pratique de l'agriculture; mais elle comprend aussi méthodiquement les problèmes naturels, tels que la formation du sol sur des roches diverses et sous des climats variables, les rapports du sol avec les formes de végétation, l'état et le mouvement de l'eau dans le sol, les solutions du sol et la formation des couches d'eau, la bactériologie du sol, etc.

Dans le développement de cette science, jusqu'à présent, il s'est produit pourtant l'anomalie que de nombreux travaux et même de ceux

qui ont ouvert une nouvelle voie sont restés inconnus pendant longtemps; la base même de cette science, l'œuvre de Dokutschaef et de ses disciples, est restée inconnue pendant des décades dans l'Europe occidentale et en Amérique, parce que ces travaux, comme ceux de beaucoup d'autres savants russes contemporains, étaient écrits dans la langue russe. Ce phénomène s'explique cependant par le fait que les premiers explorateurs dans ce domaine en faisant leurs études n'avaient qu'un intérêt local et purement pratique.

Un point défavorable au développement de cette jeune science — et ceci fut reconnu lors de la Conférence internationale également — ressortit encore de l'absence d'un organe de publicité international, ce qui est d'autant plus surprenant que l'agrogéologie, en conformité de son importance, a gagné un domaine vaste et productif et qu'elle est cultivée partout avec beaucoup d'intérêt. La seule revue spéciale : *La Pédologie* (Potchwowedenie), paraît en Russie presque exclusivement en langue russe et ne comprend que rarement de courts extraits en une autre langue. Les travaux agrogéologiques qui sont écrits dans les autres langues sont disséminés dans des journaux américains et européens de géologie, d'agriculture, de botanique, de chimie agricole, etc., ce qui rend extrêmement difficile l'emploi de la littérature et l'orientation dans cette vaste science, préjudiciant à la fois l'uniformité et l'importance du travail développé.

Il y a longtemps qu'on a éprouvé la nécessité de créer un organe spécial de publicité dans l'agrogéologie, qui concentrera les travaux faits ailleurs, formera un lien entre les nombreux savants répandus dans le monde entier et propagera de nouveaux courants et des idées modernes. Il y a quatre années que M. le Prof^r Ramann (Munich) a pris l'initiative de fonder une telle revue spéciale, et lors des conférences d'agrogéologie on a discuté à plusieurs reprises l'opportunité de la dite revue.

Dans la dernière séance du Comité international à Stockholm, on a exprimé d'une façon formelle le désir que la revue en question paraisse le plus tôt possible, et M. le Geheimer Bergrat et Prof^r Wahnschaffe a été chargé de s'occuper de l'organisation de cette affaire. Ayant, dans l'intervalle, assuré les ressources matérielles dont on a besoin pour le but en question, ce qui s'est fait par un arrangement avec la maison d'édition « Verlag für Fachliteratur », et après avoir formé un comité de rédaction dont les membres sont des spécialistes de partout, la revue a pu faire paraître son premier fascicule. Elle s'est intitulée : *Communications internationales d'agrogéologie* (Internationale Mittei-

lungen für Bodenkunde), et son contenu remplit quatre feuilles in-8°. Un numéro paraît tous les deux mois et comprend des articles en allemand, français et anglais. Les travaux écrits dans une des langues sus-indiquées sont publiés dans leur texte original, les autres dans une traduction française, anglaise ou allemande.

Selon la nature du contenu, les *Communications internationales d'agrogéologie* seront divisées en trois parties. La première partie comprendra des mémoires et des articles originaux à l'égard de la géologie et de la pétrographie du sol, de la botanique pratique, de la climatologie et de la météorologie, de l'hydrologie, de la chimie, de la physique et de la bactériologie du sol, de la géographie des plantes et des animaux, de l'agriculture et, enfin, de la géographie du sol et de la cartographie spéciale. La deuxième partie donnera des rapports et des extraits des publications spéciales qui sont imprimés dans d'autres journaux et dans d'autres langues. Sous ce rapport, les *Communications internationales d'agrogéologie* seront d'une importance spéciale.

La troisième et dernière partie, enfin, contiendra des nouvelles bibliographiques ainsi que des communications concernant l'agrogéologie et les sciences y ayant rapport.

La revue : *Communications internationales d'agrogéologie*, sortie de la nécessité des choses et sous la direction de spécialistes éminents, sera d'une extrême importance scientifique grâce à l'esprit qui l'a créée; sans doute elle éveillera l'intérêt de tous ceux qui ont des rapports avec l'agrogéologie et elle contribuera à atteindre le but que tous ceux qui la cultivent, attendent de cette jeune mais importante science.

Geheimer Bergrat,
Prof^r Dr Wahnschaffe.

Le prix de souscription est de 24 marks, à adresser à la « Verlag für Fachliteratur », G. m. b. H. Berlin W. 30.

Le Comité de défense de la Fagne prie la Société de lui donner son appui moral. Le Bureau s'empresse de reproduire son appel à nos membres :

Les inondations de ces dernières années dans la vallée de la Vesdre, l'incendie de la Fagne et d'une partie de l'Hertogenwald, ont ému l'opinion publique et préoccupé les pouvoirs constitués au sujet de l'avenir de la Fagne.

Quelques hommes de bonne volonté ont pensé que le moment est venu de fonder un organisme de défense de la Fagne, dont le programme d'action se formulerait au triple point de vue de l'hydrologie, de la science et de la conservation des sites.

Ils ont pensé qu'il y a intérêt pour Verviers, Spa, Sart, Jalhay, Limbourg, etc., à préserver l'intégrité des sources qui alimentent les distributions d'eau présentes et futures, notamment les eaux minérales de Spa; ils croient donc pouvoir compter sur l'appui des administrations communales.

Au point de vue scientifique, la Société royale de Botanique, la Société royale de Zoologie, la Société belge d'Hydrologie ne peuvent manquer de s'intéresser à la conservation de la Fagne, domaine d'une importance unique pour la flore et la faune.

Au point de vue du pittoresque, ils croient pouvoir compter sur l'appui du *Touring Club*, dont le dévouement pour la conservation des sites englobe tous les domaines.

L'Académie royale de Belgique, sur la proposition de M. Léon Fredericq, le savant professeur de l'Université de Liége, a voté dernièrement le vœu suivant :

« La Classe des Sciences de l'Académie royale de Belgique recommande à l'État et aux communes la création de réserves nationales au plateau de la Baraque Michel, de manière à y conserver sur une étendue suffisante l'aspect si caractéristique et si pittoresque des Hautes Fagnes et d'y préserver la flore et la faune glaciaires, menacées d'une destruction prochaine par les travaux d'asséchement et de boisement. »

Le Comité de défense de la Fagne compte réaliser son programme par la voie de conférences, d'articles de revues et de journaux, de pétitions aux pouvoirs publics; il s'occupera aussi de la conservation des sites en général. Il espère ainsi non seulement faire œuvre utile, mais encore contribuer à l'éducation esthétique générale.

Les personnes qui, en principe, désireraient s'associer au mouvement — l'organisation viendra après — sont priées d'envoyer leur adhésion à M. Albert Bonjean, rue du Palais, 124, ou à M. Henri Angenot, bibliothécaire communal, à Verviers.

Dons et envois reçus.

1° Périodiques nouveaux :

6367 **Amsterdam.** Rijksopsporing van Delfstoffen. Jaarverslag, 1908, 1909 en 1910. Mededeelingen : 2-3.

2° De la part des auteurs :

6368 **Schmidt, C.** Exploraçao do Rio Juqueryquerê. San Paulo, 1911. Extr. in-plano de la Commissao geographica et geologica, 19 pages, 1 carte et 54 photographies.

6369 **Agamennonne, G.** Il terremoto Laziale del 10 aprile 1911. Rome, 1911. Extr. des *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*, vol. XX, série 5a, 2° semestre, fasc. 1, pp. 12-18.

6370 **Bayet** et **Malvoz.** La prophylaxie sociale de la syphilis devant les récents progrès de la syphiligraphie. Bruxelles, 1911. Extr. du *Bull. de la Soc. roy. de médecine publique*, 20 pages.

6371 **Benze, E.** Entstehung, Aufbau und Eigenarten der Moore, sowie ihre Bedeutung für die Kultur, unter besonderer Berücksichtigung der nordwestdeutschen Moorgebiete. Borna-Leipzig, 1911. Brochure in-8° de 107 pages.

6372 **Brause, G.** Beiträge zur Kenntnis der Gesteine des Fränkischen Jura. Erlangen, 1911. Brochure in-8° de 71 pages.

6373 **Brouwer, H.-A.** Oorsprong en samenstelling der Transvaalsche Nepheliensyenieten. La Haye, 1911. Brochure in-8° de 180 pages, 4 pl. et 2 cartes.

6374 **Cossmann, M.** Note sur un gisement d'âge charmouthien à Saint-Cyr-en-Talmondois (Vendée). Le Havre, 1908. Extr. du *Bull. de la Soc. géol. de Normandie*, t. XXVII, 1907, 21 pages et 2 planches.

6375 **Deblon, A.** Les divers systèmes de puits filtrants employés pour le captage des eaux alimentaires ou l'asséchement des terrains sablonneux aquifères. Bruxelles, 1911. Extr. du *Bull. de la Soc. des Ingénieurs et Industriels*, 29 pages et 19 figures.

6376 **Franck, W.-S.** Somatische kern- en celdeeling en microsporogenese bij het suikerriet. Amsterdam, 1911. Volume in-8° de 184 pages, 8 planches et 12 figures.

6377 **Häberle, D.** Ueber Kleinformen der Verwitterung im Hauptbuntsandstein des Pfälzerwaldes. Heidelberg, 1911. Extr. des *Verhandl. des Nat. Mediz. Vereines*, Bd XI, pp. 166-209, 4 pl. et 6 figures.

6378 **Hobbs, W.-H.** Repeating Patterns in the relief and in the structure of the land. Rochester, 1911. Extr. du *Bull. of the Geol. Soc. of America*, vol. 22. pp. 123-176, pl. VII-XIII.

6379 **Ivens, H.** Beiträge zur Kenntniss der Injektions- und Resorptionserscheinungen am Laitsitzer Granit. Erlangen, 1910. Brochure in-8° de 50 pages.

6380 **Jonker, H.-G.** Geologisch onderzoek van Nederlandsch Indië. La Haye, 1911. Extr. du weekblad *De Ingenieur* du 23 septembre 1908, 7 pages.

6381 **Krumbeck, L.** Ueber die Fauna des norischen Athyridenkalkes von Misol. Stuttgart, 1911. Brochure in-8° de 38 pages.

6382 **Meyeringh, W.** Studie over de factoren op het vochtgehalte der boter van invloed. La Haye, 1911. Volume in-8° de 128 pages et 15 figures.

6383 **Micheler, H.** Studien über das Tellur. Nurnberg, 1910. Brochure in-8° de 43 pages.

6384 **Rainaldi, B.** Osservazioni meteorologiche fatte nell' anno 1910 all' osservatorio della R. Università di Torino. Turin, 1911. Extr. de la *Accad. delle Sc.*, 55 pages.

6385 **Thiéry, P., Sauvage, M.-H.-E.** et **Cossmann, M.** Note sur l'infralias de Provenchères-sur-Meuse. Stratigraphie (P. Thiéry); Vertébrés (M.-H.-E. Sauvage); Gastropodes et Pélécypodes (Cossmann). Chaumont, 1907. Brochure in-12 de 36 pages et 4 planches.

6386 **Toth, J.** Chemische Analyse der Trinkwässer Ungarns. Budapest, 1911. Extr. des *Publik. der K. Ung. Geol. Reichsanstalt*, 395 pages et 1 carte.

6387 **Van der Veen, A.-L.-W.-E.** Physisch en kristallografisch onderzoek naar de symmetrie van diamant. Leiden, 1911. Brochure in-8° de 58 pages, 8 planches et 49 figures.

6388 **Van der Waerden, Th.** Geschooldheid en techniek onderzoek naar den invloed van arbeidssplitsing en machinerie op de mate van vereischte oefening en bekwaamheid der arbeiders. Amsterdam, 1911. Volume in-8° de 380 pages.

6389 **Van Eldik Thieme, E.-W.** Het Laurinezuur en de Laurinen. Eene bijdrage tot de kennis van het zwavelzuur-verzeepingsproces. Gouda, 1911. Volume in-8° de 208 pages.

Présentation et élection de nouveaux membres.

Est élu membre effectif à l'unanimité :

M. Asselbergs, Étienne, docteur en sciences naturelles, 37, rue de la Citadelle, à Anvers, présenté par MM. H. de Dorlodot et F. Kaisin.

Est élu en qualité de membre associé régnicole :

M. Verlinden, Carlos, ingénieur civil des mines, 31, rue Capouillet, à Bruxelles, présenté par MM. Camerman et Greindl.

Discussion des thèses présentées antérieurement.

Albert et Alexandre Mary. — **Réponse à M. le Prof. Stanislas Meunier.**

Quand, à la page 8 de notre mémoire sur *Le problème de l'eau*, nous avons appelé « activistes » les géologues attribuant une rapidité considérable au processus de creusement des vallées, nous n'avons eu nullement l'intention de faire allusion à la théorie que M. Stanislas Meunier dénomme — à notre sens d'une façon impropre — *activisme*. Il semble qu'au point de vue étymologique, *actus* et ses dérivés (*actif*, qui agit; *activer*, hâter, ou rendre actif; *activité*, force en exercice, déploiement d'énergie, etc.), ou ne précisent rien au sujet de l'intensité et de la chronométrie et s'appliquent indifféremment à l'un et à l'autre cas, ou même désignent plutôt un *fait*, un *acte*, qu'un phénomène pérenne et isochrone, imperceptible dans la marche qu'il affecte le plus souvent. Il y a eu d'autant moins confusion entre les deux thèses rappelées, que nous avons écrit (pp. 16 et 17) : « Les phénomènes hydrologiques, assure Stanislas Meunier, se sont toujours accomplis avec la lenteur dont nous sommes témoins. »

D'autre part, grande est notre surprise lorsque notre éminent contradicteur déclare que nous lui faisons dire « qu'une rivière impuissante à rouler un galet en quelques heures ou en quelques jours le roulera en un million d'années »; car s'il est vrai que la phrase existe, il n'est pas exact que nous l'ayons attribuée à M. Stanislas Meunier.

Nulle part non plus nous n'avons prétendu que M. Stanislas Meunier ait fait de l'expression *intempérisme* le titre d'une théorie exclusive, bien que les considérations intempéristes soient, en effet, l'un des côtés saillants de sa conception. Il suffit d'ouvrir la *Géologie générale* pour voir quelle importance le professeur du Muséum de Paris donne à « l'usure du sol par la pluie » dans la création et la modification du modelé. C'est encore à l'intempérisme qu'il fait appel pour expliquer la formation « de vrais sillons à profils de vallées, mais qui ne logent pas de cours d'eau, malgré la grande dimension qu'ils peuvent atteindre ». On a vu que cette notion spéculative ne répond point à la réalité, du moins en ce qui touche le Nord-Ouest français, où la plupart des vallées sèches ont été, à des époques antérieures, arrosées par des cours d'eau pérennes.

Cette croyance exagérée que « le ruisseau ou la rivière sont des produits engendrés par la vallée passant de l'état de petit sillon à celui de vallon, puis à celui de dépression de plus en plus profonde et large », conduit M. Stanislas Meunier à une grave inexactitude. « Tout le monde », dit-il, « a senti la justesse de la comparaison si ancienne d'un fleuve et de ses affluents de tous les ordres, avec un arbre dont il serait le tronc, et eux les branches. La ressemblance se poursuit d'une manière bien imprévue en ce qui concerne le mode de croissance; car, de même que l'arbre s'augmente par l'extrémité de tous ses rameaux, de même, le réseau d'un fleuve s'allonge par la régression (recul) simultanée des sources de tous ses affluents » (*Rev. Sc.*, 1909, 2e sem., n° 2, p. 34, 2e col.). Ici, la théorie est en *opposition complète* avec les faits que révèle l'étude du Nord-Ouest du bassin de Paris (descentes de sources, disparitions de fontaines ou de cours d'eau, et, en résumé, appauvrissement progressif des vieux systèmes hydrographiques subaériens).

W. Morris Davis (*Journal of Geology*, Chicago, 1894) et Albert de Lapparent (*Leçons de Géogr. phys.*, Paris, 1898, 8e leçon) ont défini l'évolution des réseaux hydrographiques d'une manière bien plus conforme à nos observations régionales, encore que dans leur exposé, rien ne fasse pressentir l'influence sur ce « cycle vital » de certaines conditions propres à notre contrée. Beaucoup de venues d'eau et de courants superficiels ont disparu, et l'époque historique même offre de nombreux exemples de tarissement définitif de fontaines, de réductions de débit et d'assèchement de cours d'eau. En affirmant que l'abondance et le facies de l'hydrographie se sont, dans la zone étudiée, profondément modifiés depuis la dernière époque géologique, et

que l'action érosive et alluviale de cette hydrographie s'est trouvée parallèlement transformée et déchue, nous n'avançons donc pas une hypothèse : nous nous bornons à signaler un fait.

Communications des membres.

A. Rutot. — La Conférence du Paléolithique de Tübingen.

En 1911, le Congrès des Anthropologistes allemands s'est tenu à Heilbronn, avec excursions à Heidelberg, etc., et il a été suivi d'une réunion spéciale des anthropologues et des préhistoriens s'occupant principalement de l'étude de l'époque paléolithique, sans caractère officiel, et qui devait avoir lieu dans la ville universitaire de Tübingen.

C'est le Dr R. R. Schmidt, de Tübingen, qui avait eu l'idée de cette réunion de spécialistes, dénommée *Paläethnologische Konferenz*, afin, surtout, de rassembler les personnes ayant le plus contribué à la connaissance du Paléolithique en Allemagne et en Autriche-Hongrie.

L'organisateur comptait intéresser une trentaine de personnes à la Conférence, mais l'attrait des communications annoncées et des excursions projetées avait fait plus que doubler le nombre escompté.

Le programme arrêté était le suivant :

Samedi 12 août 1911. — A 9 heures, visite de l'Institut géologique, dirigé par notre confrère le Profr Dr Von Koken; de 11 à 1 heures et de 3 à 6 1/2 heures, séances.

Dimanche 13 août. — De 9 à 1 1/2 heure, séance. A 4 heures, excursion à Bad-Niedernau pour visiter l'abri-sous-roche magdalénien dit : « Napoleonkopf ».

Lundi 14 août. — De 9 à 12 heures, séance. A 1 heure, départ pour Reutlingen vers Schelklingen pour la visite d'une grotte à stalactites et de la caverne de Sirgenstein, fouillée avec tant de fruit par le Dr R. R. Schmidt. A 7 3/4 heures, départ de Schelklingen par Ulm pour Hedenheim a. Br.

Mardi 15 août. — A 7 heures, départ pour Steinheim, avec visite d'un gisement de pseudo-éolithes et du célèbre gisement d'eau douce

miocène, avec vertébrés. A 1 heure, retour à Hedenheim et visite du Musée archéologique établi au vieux château. Fin de la Conférence.

*
* *

Je n'ai nullement l'intention de donner ici un compte rendu détaillé des séances et des excursions. Je me bornerai à fournir quelques indications pouvant intéresser les géologues et les préhistoriens.

Les séances ont eu lieu à l'Institut géologique et minéralogique, dont le *Prof*r *D*r *Von Koken* nous a fait les honneurs. Cet Institut, nouvellement construit, a fait sur tous les visiteurs une excellente impression; les salles du Musée sont bien éclairées, et les collections paléontologiques sont vraiment fort riches et fort belles; elles renferment de magnifiques séries de fossiles tant vertébrés qu'invertébrés; il y a, de plus, une salle réservée à la Préhistoire où le *D*r *R. R. Schmidt* a réuni toutes ses nombreuses trouvailles, ainsi qu'une collection générale de comparaison.

C'est devant les objets exposés que l'organisateur de la Conférence et heureux explorateur des cavernes du Wurtemberg a fourni toutes les explications désirables sur chacune de ses fouilles, et les applaudissements de l'assemblée lui ont montré toute la valeur que l'on attribue à ses recherches.

Nous avons ainsi vu successivement les récoltes faites au Sirgenstein, à Ofnet, à Wildscheuer et en beaucoup d'autres points, toutes très bien classées et montrant les études consciencieuses dont les matériaux rencontrés avaient été l'objet.

C'est ainsi que j'ai pu examiner attentivement les trouvailles faites dans la **Caverne de Sirgenstein**, qui m'ont permis de faire quelques remarques intéressantes, montrant certaines divergences de vues entre le Dr R. Schmidt et moi.

Le temps m'ayant manqué pour exposer mes vues à l'une des séances du Congrès et n'ayant pu que les formuler personnellement au Dr Schmidt, je ne crois pas inutile de les transcrire ici.

Dans l'importante caverne, le zélé explorateur a pu distinguer huit niveaux ossifères avec restes d'industries humaines, qui ont été déterminés comme suit, en partant de l'inférieur, c'est-à-dire du plus ancien :

VIII. Moustérien inférieur;
VII. Moustérien supérieur;
VI. Aurignacien inférieur;
V. Aurignacien moyen;
IV. Aurignacien supérieur;
III. Solutréen inférieur;
II. Solutréen supérieur;
I. Magdalénien.

Ces niveaux à industries sont d'importance et de richesse variables; plusieurs sont réellement pauvres, ce qui rend difficile leur détermination exacte.

En réalité, les cavernes de l'Alpe souabe sont du même type que nos cavernes de Belgique, c'est-à-dire qu'elles ont été pauvrement habitées par de petites familles émigrées du centre de la France, qui s'éteignaient rapidement.

L'aspect du Sirgenstein, notamment, ressemble étonnamment à celui de la caverne de Spy ainsi qu'aux cavernes de la Lesse; paysage analogue, assez grande hauteur (35 mètres) au-dessus de la rivière Ach; ouverture et dispositions semblables, etc.

Voici maintenant le résumé de mes observations [1] :

Niveau VIII, déterminé comme Moustérien inférieur, avec industrie dite *Moustérien primitif.*

C'est, à mon avis, le terme le plus critiquable de toute la série; en effet, comme il me semble prouvé que le Moustérien résulte d'une profonde décadence de l'Acheuléen II, la plus belle et la plus perfectionnée de toutes les industries paléolithiques, il s'ensuit que le « Moustérien primitif » ne peut être qu'une belle industrie, avec coups-de-poing, formant la transition entre l'Acheuléen et le Moustérien typique.

Or, loin d'être une belle industrie de type paléolithique, celle qu'a trouvée le Dr R. Schmidt consiste simplement en un ensemble d'outils grossiers à facies absolument éolithique et, de plus, cette industrie à facies primitif est *identique en tous points* à celle que j'ai rencontrée au niveau inférieur de la caverne de Fond-de-Forêt [2], largement mélangée avec une industrie paléolithique, bien nette, qui est celle de l'abri-

---

[1] J'ai pris note des divisions adoptées dans les vitrines d'exposition, divisions qui diffèrent quelque peu de celles indiquées par le Dr Schmidt dans son travail intitulé : *Die neuen paläolitischen Kulturstätten der Schwäbischen Alb.* (Archiv für Anthropologie, VII, 1908.) Ce sont donc les divisions adoptées dans les vitrines d'exposition qui sont reproduites dans l'énumération suivante.

[2] A. Rutot, *Résultats des fouilles effectuées dans la caverne de Fond-de-Forêt.* (Congrès d'Archéologie de Liége, 1909.) — *Une industrie éolithique contemporaine d'une industrie du Paléolithique supérieur.* (Congrès préhistorique de France. Chambéry, 1908.) — *Les nouvelles fouilles à la caverne de Fond-de-Forêt.* (Bull. des chercheurs de la Wallonnie. Seraing, 1910.)

sous-roche de La Quina (Charente), que je range dans l'Aurignacien inférieur [1].

Il doit être bien entendu qu'au Sirgenstein le niveau inférieur ne renferme pas un mélange d'industries comme à Fond-de-Forêt, mais seulement le groupe d'outils purement éolithiques, d'aspect mesvinien, y est connu.

En réalité, le niveau inférieur de Sirgenstein ne renferme donc qu'une industrie à facies éolithique qui ne caractérise ici aucune époque déterminée. La seule notion d'âge nous est donnée par la faune, qui est celle du Mammouth à facies de Steppe, et tout ce que nous pouvons dire, c'est que la couche *peut* être d'âge moustérien, sans autre précision.

Niveau VII. — Ce niveau est déterminé comme *Moustérien supérieur*. Pour ce qui me concerne, j'y reconnais immédiatement, et sans hésitation possible, le *mélange d'Éolithes et de Paléolithes*, semblable à celui constaté par moi lors de mes fouilles dans la caverne de Fond-de-Forêt. Les Éolithes du niveau VII sont les mêmes que ceux du niveau VIII, où ils existent à l'état d'industrie pure, et ils sont mélangés à l'industrie paléolithique bien caractérisée et bien connue de La Quina (Charente), comprenant les diverses formes de racloirs et les compresseurs en os, comme dans le niveau inférieur de Fond-de-Forêt. La faune est encore celle du Mammouth, mais avec présence des rongeurs arctiques, caractéristiques des Toundras (*Myodes Obensis*, etc.).

Or, on sait que pour moi, l'industrie de La Quina représente le facies d'émigration de l'Aurignacien inférieur et non le Moustérien supérieur [2]; donc le niveau VII de Sirgenstein est, à mon avis, Aurignacien inférieur, comme les niveaux inférieurs d'Hastière, de Spy et de Fond-de-Forêt, en Belgique.

Et ainsi s'explique la légère divergence qui existait entre M. le Dr R. Schmidt et moi relativement à la position du premier niveau à rongeurs arctiques [3].

Trompé par l'aspect moustérien des instruments de La Quina, mon confrère a rapporté son septième niveau au Moustérien supérieur alors

---

(1) A. Rutot, *Moustérien et Aurignacien*. (Bull. Acad. roy. de Belgique, 1898.) — *Qu'est-ce que l'Aurignacien?* (Congrès préhist. de France. Tours, 1910.)

(2) Voir mes divers travaux cités ci-dessus.

(3) A. Rutot, *Note sur l'existence des couches à rongeurs arctiques dans les cavernes de la Belgique* (Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, 1910.)

qu'il est, pour moi, Aurignacien inférieur, et ainsi son premier niveau à rongeurs arctiques vient se placer *exactement* dans la même situation que celui constaté en Belgique et qui est renfermé, à Hastière, à la partie médiane d'un ensemble de strates à faune du Mammouth et à industrie de La Quina.

Que l'on fasse de La Quina du Moustérien supérieur ou de l'Aurignacien inférieur, ce qui est certain, c'est que dans le Wurtemberg, comme en Belgique, c'est à ce niveau que correspond le lit inférieur à rongeurs arctiques et que c'est au même moment qu'il faut placer la première extension maximum de la glaciation de Wurm.

Nous pouvons donc conclure de ce qui vient d'être dit, que pendant l'extrême fin du Moustérien, qui correspond à un climat de Steppe, la caverne de Sirgenstein abrita d'abord une famille du type de Néanderthal qui y a abandonné son outillage à facies purement éolithique, puis les premiers Aurignaciens à industrie du type d'émigration ou de La Quina ont pris possession de la caverne, ont réduit les Néanderthal en esclavage et ont organisé une occupation commune, chaque type humain continuant à utiliser son outillage propre.

Voilà donc établie une concordance qui valait bien le voyage.

Niveau VI — M. le Dr Schmidt le considère comme *Aurignacien inférieur*; en réalité, ce niveau m'a paru pauvre et assez mal caractérisé. J'y ai toutefois vu des grattoirs, peu de racloirs et des lames grossièrement utilisées, qui rappellent plutôt le commencement de l'Aurignacien moyen. Trois dents humaines ont été rencontrées dans cette strate.

Niveau V. — Déterminé par le Dr R. Schmidt comme *Aurignacien moyen*, à juste titre.

C'est le niveau le mieux caractérisé de la caverne, car il est le plus typiquement représenté.

On y reconnaît des couteaux, des racloirs, des burins, des grattoirs diversifiés et notamment le grattoir nucléiforme, aussi appelé grattoir caréné ou Tarté. Toutes les lames ont les bords utilisés et bien retouchés. C'est l'industrie de Cro-Magnon et de Gorge d'Enfer. Le facies lithique est complété par des instruments en os, en ivoire ou en bois de Renne, tels que des pointes ou perçoirs. Nous avons aussi vu des phalanges de Renne percées d'un trou, servant de sifflet. La « pointe d'Aurignac » n'a pas été rencontrée.

Ici il n'y a pas de discussion ni d'hésitation possible : le cinquième niveau est Aurignacien moyen, sans conteste.

Niveau IV. — Pour M. le Dr Schmidt, c'est de l'*Aurignacien supérieur*. Je n'ai pas remarqué de preuves certaines de cette détermination, car je n'ai pas aperçu de lame à dos abattu, ni de pointe de la Font-Robert; j'y ai vu encore des grattoirs nucléiformes, des pointes en os et des sifflets en phalange de Renne.

Aussi je préfère considérer ce niveau comme un facies supérieur de l'Aurignacien moyen, comme l'équivalent de ce qui s'est passé à la Coumba del Bouïtou où MM. Bardon et Bouyssonie ont rencontré deux foyers superposés de l'Aurignacien moyen, dont le supérieur paraît moins bien caractérisé que l'inférieur.

Niveau III. — Déterminé comme *Solutréen inférieur*. C'est probablement exact, mais sans preuves certaines. Assurément, il y a des grattoirs sur lames et des burins, mais les « pointes solutréennes » sont bien vagues, sauf une un peu définie. Comme outillage en os, j'ai vu des sifflets en phalanges de Renne, des poinçons et une pointe de dard. Il n'est sans doute encore ici question que d'une occupation momentanée de la caverne par une famille errante.

Niveau II. — Désigné comme *Solutréen supérieur*. J'y vois des burins, de petites lames à dos abattu, une grande pointe d'aspect plutôt « protosolutréen » et quelques os travaillés. Pas de pointes solutréennes, ni de pointes-à-cran évidentes.

Tout ce que l'on peut dire, c'est que le Dr Schmidt a probablement raison en plaçant ce niveau dans le Solutréen supérieur, mais il est encore ici question d'un outillage pauvre, pour la détermination duquel l'appréciation joue un certain rôle.

Niveau I. — Le niveau supérieur du Sirgenstein est rapporté par le Dr Schmidt au *Magdalénien* et probablement au Magdalénien inférieur. Il en est vraisemblablement ainsi; nous avons sans doute encore affaire à une famille errante qui n'a pas abandonné un important outillage. En outre de quelques os travaillés, on reconnaît des grattoirs sur lames, des burins, de petites lames à dos abattu, mais le tout assez petit. Il n'y a pas de harpons.

Cependant, à mon avis, l'industrie du niveau magdalénien du Sirgenstein rappelle plutôt celle de Furfooz, en Belgique, que je classe comme Magdalénien moyen.

Dès lors, il se présente une difficulté.

L'industrie, à Furfooz, n'est accompagnée que de la faune du Renne, c'est-à-dire tout à fait dépourvue de Mammouth et de Rhinocéros, mais à laquelle s'ajoute la faune des rongeurs arctiques à facies de Toundra.

Au Sirgenstein, une industrie semblable, avec faune à rongeurs arctiques de Toundra, se trouve avec ce que nous appelons la « faune du Mammouth », attendu qu'on y rencontre cet éléphant, plus le *Rhinoceros tichorhinus*, le Cheval et le Renne.

Il y a donc une certaine contradiction entre Furfooz et le Sirgenstein à cause de la présence, en ce dernier point, du Mammouth et du *Rhinoceros tichorhinus*.

C'est sans doute à cause de la présence de ces animaux que le Dr Schmidt rapporte le niveau supérieur au Magdalénien inférieur.

Et maintenant, que faut-il conclure?

Une réponse péremptoire est difficile, car si la faune du Sirgenstein indique plutôt le Magdalénien inférieur, l'industrie présente plutôt le facies du Magdalénien moyen. On peut se demander si, dans le Wurtemberg, le Mammouth et le *Rhinoceros tichorhinus* n'ont pas vécu plus longtemps qu'en Belgique, et, en somme, étant donné que des deux côtés il y a concordance du facies de l'industrie et de la faune arctique de Toundra, la présence du Mammouth au Sirgenstein peut n'être qu'une question d'ordre secondaire.

Personnellement, je penche donc pour l'âge Magdalénien moyen, car il serait difficile d'admettre que les rongeurs arctiques du Wurtemberg ne seraient pas contemporains de ceux de Belgique.

Telles sont les considérations que j'ai pu exposer oralement au zélé préhistorien de Tübingen.

*
* *

Pendant les séances, un assez bon nombre de communications ont été faites.

M. le Profr *Dr Von Koken* a parlé de la faune caractéristique du Löss; M. le *Dr H. Hahne* a exposé sa manière de voir sur les modes naturels de production des pseudo-éolithes; M. le *comte Begouen*, de Toulouse, a montré à l'assemblée une superbe sculpture sur bois de Renne, représentant un Équidé, trouvée dans la grotte d'Enlène (Ariège), du même style que plusieurs des plus belles pièces recueillies par Ed. Piette, et M. *V. Commont* a fait parvenir deux courtes notes sur ses dernières constatations dans la vallée de la Somme.

M. le *Dr R. Schmidt* nous a fait connaître ensuite ses intéressantes découvertes dans la *caverne d'Ofnet* (frontière de Bavière), qu'il a fouillée.

Les niveaux suivants ont été constatés en partant du bas :

1° Sable dolomitique avec vestiges d'un repaire d'Hyènes;

2° Assise de 0m20, avec, à la base, un lit d'ossements de Lemmings et autres rongeurs arctiques, surmonté des débris d'une occupation humaine comprenant des lames de Chatelperron, des grattoirs carénés et autres, des lames à larges encoches, des burins et la pointe d'Aurignac à base fendue. Faune : Cheval, Hyène, Lion, Mammouth, *Rhinoceros tichorhinus*, Ours des cavernes, Bison et Renne. C'est l'*Aurignacien moyen* très bien caractérisé;

3° Assise de 0m20, avec *industrie solutréenne* ; pointes en feuilles de laurier travaillées sur les deux faces, grattoirs doubles, perçoirs simples et doubles, burins, grattoirs-burins, etc. Faune : Cheval abondant et Hyène ;

4° Au-dessus du Solutréen, second niveau à rongeurs arctiques, puis assise à *industrie magdalénienne,* avec petites lames à dos abattu, burins simples, grattoirs sur lame, ciseaux en bois de Renne, etc., et faune comprenant le Cerf élaphe, le Chevreuil, le Castor, le Renne, le Bouquetin, le Renard bleu, le Lièvre des neiges, le Lagopède et le Coq de bruyère.

Comme on le voit, à Ofnet la couche à industrie magdalénienne qui surmonte le lit à rongeurs arctiques ne renferme plus la faune du Mammouth, mais celle du Renne, et c'est pour cette raison que M. le Dr R. Schmidt la considère comme appartenant à la fin du Magdalénien;

5° Au-dessus de la couche magdalénienne vient un lit mince à ossements ne renfermant pas de restes d'animaux de climat froid : Cerf élaphe, Élan et Sanglier. C'est à ce niveau qu'avaient été creusées deux poches inégales, fortement teintées par de l'oxyde de fer et renfermant, l'une, vingt-sept crânes humains et, l'autre, six. Il n'existait aucune trace des autres parties du corps.

On y a reconnu six hommes, tous jeunes; le reste appartient à des femmes et à des enfants; enfin chaque crâne était accompagné d'ornements : colliers de canines de Cerf et de coquilles percées, excepté pour les hommes.

Parmi le remplissage d'ocre rouge se trouvaient des silex irrégulièrement distribués, assez mal caractérisés, mais quelques pièces se rapportent soit au Tardenoisien, soit à l'Azylien, ce qui concorde avec l'ensemble des trouvailles.

Des trente-trois crânes, vingt ont pu être restaurés, et M. le *Dr Schliz* en a parlé longuement au Congrès.

Il y a des mélanges de types, mais, sauf deux spécimens de volume normal, tous les crânes indiquent une raçe petite, mais bien proportionnée, paraissant résulter du croisement d'un type méditerranéen avec des dolichocéphales du Nord.

Les sépultures d'Ofnet ont donc un intérêt capital, car elles nous font connaître la population du Sud de l'Allemagne à l'époque de la transition du Paléolithique au Néolithique, au moment où, le Renne ayant quitté nos régions, la « faune actuelle » s'établit.

Plusieurs communications importantes ont encore été développées devant l'assemblée ; citons notamment celle de M. *J. Bayer*, de Vienne, qui a étudié en détail les niveaux paléolithiques du Löss de la Basse-Autriche.

Ce géologue a reconnu l'existence, dans la masse du Löss éolien de la Basse-Autriche, de neuf niveaux à ossements (faune du Mammouth) et à industrie, comprenant l'Aurignacien moyen et l'Aurignacien supérieur. Ces neuf niveaux seraient tous représentés dans la célèbre localité de Willendorf, et la curieuse petite sculpture sur pierre connue sous le nom de « Vénus de Willendorf », proviendrait du niveau supérieur (n° 9).

Au-dessus viendrait directement se placer le niveau de Predmost, que l'on rapporte au Solutréen.

D'après M. J. Bayer, le gisement de Krems (Hundisberg) serait formé par la réunion des deux niveaux inférieurs 2 et 3.

M. *Reginald Smith*, du British Museum, a fait aussi une communication fort intéressante relative à la découverte d'une industrie paléolithique caractérisée par de beaux coups-de-poing et par la présence d'éclats de débitage de très grande taille.

M. Lewis Abbott m'avait déjà écrit au sujet de cette trouvaille, faite à Northfleet, dans la vallée de la Tamise, à l'Est de Londres, et m'avait signalé les énormes éclats.

La grandeur de ces éclats paraissait si anormale à M. Lewis Abbott, que mon attention avait été attirée à leur sujet, et j'étais fort intrigué de voir les spécimens que M. Reginald Smith avait apportés.

Leur vue ne m'a causé aucun étonnement, car nous en avons trouvé en Belgique de semblables, et M. V. Commont en a aussi rencontré dans la Somme.

Dans la vallée de la Tamise, l'industrie à grands éclats a été découverte en relation avec la couche dite *Elephant bed*, dont, malheureusement, la position stratigraphique précise n'est pas connue. En effet, cette couche avec faune du Mammouth paraît simplement représenter un dépôt d'éboulement sur les pentes, produit à une époque indéterminée du Quaternaire.

M. Reginald Smith, ayant comparé les pièces de Northfleet avec des pièces provenant de l'abri-sous-roche du Moustier et ayant remarqué certaines ressemblances, a conclu à leur âge moustérien, mais je suis d'avis que s'il avait eu à sa disposition des matériaux de l'Acheuléen I et II, il aurait probablement modifié sa manière de voir.

Du reste, en Belgique, comme dans la vallée de la Somme, l'industrie caractéristique de Northfleet se rencontre aux deux niveaux de l'Acheuléen. Elle a été en effet trouvée à l'Exploitation Hélin, au niveau de l'Acheuléen inférieur; dans les vallées de la Somme et de l'Aisne, les grands éclats, mélangés aux beaux coups-de-poing, apparaissent surtout vers le sommet du « limon hesbayen », c'est-à-dire entre le bas du « limon fendillé » et la base de l'Ergeron, avec le facies de l'Acheuléen II.

Ce n'est donc pas avec l'industrie moustérienne du Moustier qu'il y avait lieu de faire les comparaisons, mais avec l'Acheuléen supérieur du Nord de la France et de la Belgique, de sorte qu'à mon avis l'industrie de Northfleet est à placer un peu plus bas dans la série chronologique que l'a fait M. Reginald Smith.

Parmi les communications les plus intéressantes de la conférence, il faut encore citer celle de M. le Prof^r *E. Bracht* sur les premières traces de l'industrie néolithique dans l'île de Rügen, traces rencontrées sur une ancienne plage actuellement submergée. Les instruments recueillis ont un facies éolithique rappelant complètement le Flénusien de Belgique.

Vient ensuite une nouvelle classification du Néolithique par le *Dr G. Sarauw*, de Copenhague.

A première vue, cette classification m'a paru très compliquée et comportant un grand nombre de subdivisions. Il m'est impossible de donner actuellement un avis sur cet essai, qu'il sera nécessaire d'étudier après publication du texte.

Enfin, M. le *Dr O. Kadic*, de Budapest, a fait connaître les premiers résultats de ses fouilles dans la caverne de Szeleta.

Ces résultats sont importants et des plus encourageants. Quatre niveaux à industrie ont été reconnus, dont les trois inférieurs ne me paraissent pas encore bien caractérisés; je ne serais pas étonné qu'il faille considérer celui de base comme un facies éolithique, semblable à celui du Sirgenstein et de Fond-de-Forêt.

Les deux autres niveaux appartiennent sans doute à l'Aurignacien, et quant au supérieur, il a fourni une superbe et riche industrie solutréenne, avec belles pointes taillées sur les deux faces, mais de forme un peu différente de celle des pointes de Solutré et du Périgord.

D'autre part, j'avais également annoncé une communication intitulée : *Sur la transition de l'Éolithique au Paléolithique en Belgique.*

Cette communication a pu être faite, et j'en donnerai ci-dessous le résumé :

Depuis une dizaine d'années, j'avais remarqué qu'à l'Exploitation Hélin, à Spiennes, un niveau intermédiaire, dit *Strépyien*, vient s'intercaler nettement entre les niveaux mesvinien et chelléen.

Les caractères de l'industrie strépyienne montraient qu'elle constitue le premier stade du Paléolithique inférieur, où apparaît, pour la première fois, l'application de la « taille intentionnelle », encore rudimentaire, pour l'obtention d'instruments répondant à une idée préconçue et qui sont des armes.

On pouvait donc considérer, en gros, le Strépyien comme la transition entre l'Éolithique et le Paléolithique, avec cette notion que la nouvelle industrie devait être nettement placée au bas du Paléolithique.

Mais vers la même époque, en étudiant plus attentivement le niveau mesvinien de la même coupe, j'avais remarqué que le cailloutis, épais d'une trentaine de centimètres, pouvait se subdiviser en deux parties : l'une, inférieure, renfermant l'industrie mesvinienne typique, l'autre, supérieure, montrant un Mesvinien évolué.

Un examen plus approfondi de l'industrie mesvinienne proprement dite — que je considérais jusqu'alors comme purement éolithique — me fit voir clairement que le Mesvinien différait du pur Éolithique par l'apparition de deux manifestations nouvelles qui sont : la systématisation du débitage intentionnel des rognons de silex pour l'obtention d'éclats tranchants destinés à l'outillage, ensuite la présence d'un instrument inédit qui, en somme, consiste dans la reproduction, de 3 à 4 diamètres, d'un outil éolithique bien connu, qui est le perçoir. Pris en main, ainsi que l'indiquent les retouches d'accommodation du talon,

on reconnaît facilement que cet instrument est une *arme de pierre*, ce qui ne s'était jamais vu auparavant.

Donc le Mesvinien proprement dit n'était plus une industrie éolithique pure, mais constituait comme un premier stade de la transition de l'Éolithique au Paléolithique, rentrant toutefois dans le premier groupe, le nouvel instrument étant réalisé par le choix d'un fragment naturel, accommodé à sa destination.

Quant au niveau supérieur du cailloutis mesvinien, il commençait à montrer des traces plus certaines encore d'une transformation de la mentalité éolithique stagnante.

J'y ai rencontré, en effet, non seulement des rognons esquillés que l'on peut considérer comme des essais de « taille intentionnelle », mais d'autres rognons ayant subi un esquillement volontaire qui les avait transformés en instruments inconnus jusqu'alors, obtenus par une « taille intentionnelle » rudimentaire, mais évidente. Ces instruments rappellent d'abord le grand perçoir offensif des Mesviniens, puis on y reconnaît de grands éclats naturels accommodés en casse-tête, avec manche de préhension.

Il y a donc là positivement l'indice d'une transformation progressive atteignant un facies un peu plus élevé que le Mesvinien proprement dit et constituant un deuxième stade de transition.

Toutefois, entre ce deuxième stade, que l'on peut laisser subsister dans l'Éolithique et le Strépyien typique, il existait certainement un hiatus devant être comblé par la connaissance d'un troisième stade reliant le deuxième stade au Strépyien.

Ce stade ne pouvait être trouvé à l'Exploitation Hélin, attendu que pendant l'occupation de la basse terrasse de la vallée de la Trouille, celle-ci avait été couverte par une crue de la rivière, qui a déposé une couche de sable fluvial, séparant nettement le cailloutis mesvinien du niveau strépyien pur.

La crue avait dû chasser la tribu en évolution mentale et industrielle de l'emplacement de l'Exploitation Hélin; mais où celle-ci s'était-elle réfugiée ?

D'heureuses circonstances m'ont permis de la retrouver à peu de distance.

En effet, il se fait que la basse terrasse de la vallée de la Trouille, qui s'étend à quelques mètres au-dessus du niveau de la rivière à l'Exploitation Hélin, peut, à 1 kilomètre en amont, s'élever à une quinzaine de mètres plus haut, en formant une sorte de plateau coupé en deux par un affluent de la Trouille.

Les deux parties de ce plateau, qui n'a pu être couvert par la première crue campinienne, occupent les emplacements traversés, vers 1866, par les terrassements du chemin de fer de Mons à Binche, connus sous les noms de « Tranchée de Mesvin » et de « Tranchée de Spiennes ».

Or, c'est dans ces tranchées qu'ont été faites, dès 1866, les premières découvertes paléolithiques réalisées en Belgique.

Nos éminents prédécesseurs, les géologues F.-L. Cornet et A. Briart ainsi que Houzeau de Lehaie, étudiant ces tranchées, y remarquèrent la présence d'instruments amygdaloïdes identiques à ceux signalés par Boucher de Perthes dans les alluvions anciennes de la vallée de la Somme à Abbeville, accompagnés de nombreux ossements se rapportant principalement au Mammouth et au *Rhinoceros tichorhinus*.

Instruments et os se trouvaient dans des strates de sable et de cailloux, recouverts par le limon sableux dit ergeron, et, détail à noter, les haches en amande étaient aussi accompagnées d'une quantité d'autres instruments incompréhensibles.

Mis au courant des trouvailles de Cornet et Briart, l'ingénieur Gustave Neyrinck se mit à récolter assidument les pièces, silex et ossements trouvés au cours de l'avancement des travaux, en évitant d'effectuer des triages ou des sélections hâtives et, à la fin des terrassements, il se trouva à la tête d'une riche série de matériaux qu'il légua peu après, avec toutes ses collections, au Musée de Bruxelles, lorsque la fatale maladie qui devait l'emporter s'aggrava rapidement.

Ces importants matériaux paléolithiques restèrent longtemps abandonnés; quelques préhistoriens firent des tentatives pour en tirer parti, et, depuis une dizaine d'années, j'en commençai l'étude sans pouvoir en percer le vrai caractère.

C'est que, en effet, les matériaux recueillis dans les tranchées de Mesvin et de Spiennes renfermaient des instruments amygdaloïdes de types chelléen et acheuléen incontestables, à arêtes généralement vives ou peu émoussées, mais la plus grande masse était composée de pièces à arêtes arrondies et usées, d'aspect fruste et rudimentaire, dont les unes pouvaient passer pour des Éolithes et les autres pour des instruments où l'on pouvait distinguer les premières ébauches d'une taille intentionnelle.

Ce n'est que depuis la connaissance plus intime de l'industrie mesvinienne, de sa subdivision en deux facies en évolution et surtout depuis l'acquisition du facies le plus ancien du Paléolithique, que j'ai nommé Strépyien, que la lumière s'est faite dans mon esprit au sujet des matériaux si intéressants légués par G. Neyrinck.

Les instruments de type paléolithique bien caractérisé et à arêtes vives étant mis à part, il restait un important ensemble d'outils et d'armes de pierre à angles émoussés, à patine colorée profonde, à surface singulièrement striée, dont le facies mi-éolithique perfectionné et mi-paléolithique rudimentaire répondait absolument à ce qu'aurait dû être le stade transitoire devant combler l'hiatus existant entre l'industrie du niveau supérieur du cailloutis mesvinien et le Strépyien proprement dit, hiatus représenté à l'Exploitation Hélin par du sable fluvial de crue.

Comment expliquer que les populations chassées par la crue de l'emplacement de l'Exploitation Hélin aient pu occuper celui traversé par les tranchées de Mesvin et de Spiennes et y continuer leur évolution?

Cette explication se trouve dans la différence d'altitude des gisements indiquée ci-dessus.

Alors qu'à l'Exploitation Hélin le sol se trouvait à quelques mètres au-dessus du niveau d'eau normal et devait être submergé à la moindre crue, à l'emplacement des tranchées il existait un plateau élevé d'une quinzaine de mètres au-dessus de l'étiage et inaccessible aux faibles crues.

C'est sur ce plateau que les populations de la transition se sont établies pendant la première crue campinienne, assez longtemps pour accentuer leur évolution. Bientôt, les eaux ayant baissé, toute la basse terrasse s'est trouvée à nouveau émergée et les descendants des vieilles tribus, en possession de l'industrie strépyienne typique, sont revenus sur les premiers lieux de campement.

Mais peu de temps après, la deuxième crue campinienne se produisit, sensiblement plus importante que la première, et les eaux envahirent toute la basse terrasse jusque ses points les plus élevés, c'est-à-dire qu'elles balayèrent le plateau actuellement coupé par les tranchées.

C'est alors que les instruments de la transition couvrant ce plateau eurent leurs arêtes usées et arrondies par le passage des eaux chargées de sable.

La crue s'apaisant, les eaux déposèrent des sables sur les instruments pré-strépyiens, et c'est sur ces sables que s'installèrent successivement les Chelléens, puis les Acheuléens.

La transition de l'Éolithique au Paléolithique se trouve donc ainsi décomposée, grâce à d'heureuses circonstances, en plusieurs stades bien caractérisés, qui sont :

1. Industrie éolithique mesvinienne avec systématisation du débitage intentionnel et obtention d'un grand perçoir accommodé, jouant le rôle de première arme de pierre offensive;

2. Apparition, dans le milieu précédent, de traces de « taille intentionnelle », utilisée pour l'obtention des grands perçoirs offensifs et d'instruments que l'on ne peut interpréter que comme casse-tête;

3. Perfectionnement lent de l'outillage par un développement peu intensif de la taille intentionnelle, qui permet toutefois d'obtenir des instruments amygdaloïdes, des casse-tête et des poignards, rudimentaires mais évidents;

4. Apparition du stade strépyien typique, où se rencontrent de nombreux instruments amygdaloïdes dont la partie strictement nécessaire a été intentionnellement taillée pour satisfaire au but cherché, ainsi que des casse-tête et des poignards obtenus par le même procédé. Il est de plus à remarquer que, pendant le Strépyien, le bâtonnet-retouchoir tombe en désuétude, la retouche d'avivage des outils tranchants devant s'effectuer désormais par pression et non plus par percussion.

Pour terminer, j'ai montré que des traces de la même évolution ont été rencontrées en France, en Angleterre, en Allemagne, en Russie, dans l'Inde, ainsi que dans le Nord et dans le Sud de l'Afrique.

*
* *

Après ce compte rendu rapide des communications faites au Congrès, il convient de dire quelques mots des excursions.

Lors de la course du dimanche 13 août, M. le Dr R. Schmidt nous a conduits en un point d'une jolie vallée encaissée où s'élevait jadis une falaise rocheuse au sommet de laquelle se détachait, paraît-il, un profil rappelant celui de Napoléon, d'où le nom de « Napoleonkopf ».

Depuis un certain nombre d'années, un éboulement du rocher a supprimé la silhouette, mais une excavation faite pour le service d'un four à chaux a permis de constater la présence d'un abri-sous-roche dont une partie a pu être fouillée.

Cette partie a fourni des outils magdaléniens avec des instruments en os, une coquille percée et quelques perles d'agate, associés à une faune du Mammouth à facies arctique (Renard polaire, Lièvre polaire, Lemming à bandes, etc.).

Cet ensemble paraît correspondre exactement à celui recueilli dans le niveau supérieur du Sirgenstein.

Pour ce qui concerne la visite du Sirgenstein, j'ai déjà eu l'occasion, ci-dessus, d'en dire tout ce qui est nécessaire.

Il ne me reste donc qu'à parler de ce qui s'est passé le dernier jour (mardi 15 août).

Ce jour, les membres de la Conférence, qui avaient logé à Heden-

heim, ont quitté cette localité en voiture pour Steinheim, où deux points intéressants étaient à visiter.

Avant d'entrer dans le village, nous nous sommes arrêtés au bord d'une vallée sèche (Stubental), à fond plat formé d'une épaisse alluvion ancienne graveleuse, dans laquelle sont ouvertes quelques ballastières.

La masse du cailloutis est formée de fragments généralement roulés de roches sablo-calcareuses du Jurassique, parmi lesquels se distinguent des éclats naturels irréguliers de silex, portant des esquillements sur les arêtes, et que l'on a comparés aux Éolithes.

Évidemment, il suffit de jeter un coup d'œil sur les silex que l'on ramasse pour se convaincre que l'on ne se trouve pas devant une industrie véritable, que les éclats, toujours naturels, irrégulièrement esquillés, ne simulent pas de vrais outils accommodés et retouchés, comparables aux Éolithes.

Ce sont bien des pseudo-éolithes fabriqués par la nature.

Mais peut-on se faire une idée exacte de leur mode de formation?

Oui, et c'est ce qu'a très bien démontré sur place M. le Dr Schmidt.

En effet, si l'on regarde vers l'amont, on voit la vallée encaissée et boisée se diviser en deux branches qui bifurquent, et, de plus, à peu près à la hauteur où se trouvent les ballastières, une autre petite vallée vient s'ouvrir perpendiculairement dans la principale.

Par temps sec, — c'était bien le cas lors de notre visite, — aucun cours d'eau n'est visible, l'eau courante passe dans la masse du cailloutis; mais il paraît qu'il en est tout autrement au printemps, lors de la fonte des neiges.

D'abord deux torrents impétueux arrivent à la bifurcation, et leurs eaux, réunies, inondent complètement le fond plat de la vallée principale où se forment de véritables rapides entraînant les cailloutis.

Mais, d'autre part, la petite vallée latérale débite également un flot puissant qui vient prendre de flanc le courant principal, et il se forme, à l'endroit de la rencontre, de formidables tourbillons et de terribles remous.

On conçoit alors qu'il se réalise, dans cette région localisée, le tourbillonnement violent qui se produit artificiellement dans les cuves de la fabrique de ciment de Mantes et dans les usines similaires par la rotation des herses de fonte, et que les éléments caillouteux, violemment brassés et jetés les uns contre les autres, s'esquillent ou s'arrondissent selon leur nature.

Mais le courant principal étant prépondérant, finit par entraîner

plus loin les éléments entrechoqués, et peu à peu ils se déposent sur le fond rugueux des alluvions.

Comme les silex sont en faible minorité dans le cailloutis et que les autres éléments sont d'une dureté très inférieure, les premiers ne s'esquillent plus guère et, dès lors, ils restent tels qu'ils ont été entraînés après leur passage au tourbillon.

Toutes ces circonstances sont on ne peut plus claires et elles font très bien comprendre la formation des pseudo-éolithes au sein du cailloutis de Steinheim.

Des cartes postales photographiques montrant le flot furieux traversant momentanément Hedenheim permettent de se rendre compte, en tout temps, de la puissance du torrent qui traverse la petite ville en période humide.

Le problème des pseudo-éolithes étant résolu, nous nous sommes encore approchés du village de Steinheim et, à l'entrée, nous nous sommes arrêtés devant une carrière où se voient de grandes et belles coupes constituant le célèbre gisement miocène de Steinheim.

Au fond d'une tranche verticale de terrain jurassique effondré par suite d'un mouvement tectonique, des eaux douces, sans doute peu profondes, ont circulé pendant la période d'affaissement.

Or, dans ces eaux ont vécu des millions de millions de coquilles d'eau douce peu variées (Planorbes, Lymnées et Carinifères) auxquelles sont venues se mêler des quantités de coquilles terrestres, notamment des Helix, entraînées par le ruissellement et par les crues, de sorte que l'on se trouve en présence d'une muraille d'une dizaine de mètres de hauteur, criblée de coquilles admirablement conservées, formant une accumulation extraordinaire, assez régulièrement stratifiée.

A ce cours d'eau tranquille venaient se désaltérer les Vertébrés d'alors; aussi rencontre-t-on d'importants débris de mammifères variés, parmi lesquels des Mastodons, des Équidés, des Cervidés, etc., plus des Reptiles et des Tortues.

A Steinheim existe donc l'un des plus admirables gisements de fossiles d'âge miocène supérieur que l'on connaisse. Les plus belles pièces vont enrichir le Musée de Tübingen.

L'après-midi du même jour, nous nous sommes rendus au vieux château de Hedenheim (Schloss Heillenstein), qui s'étend sur une hauteur dominant la ville. Ce château, très intéressant par lui-même, a été transformé en un musée d'antiquités dont le directeur, M. Gaus, a droit à de vives félicitations.

En effet, les environs de la ville sont riches en sépultures des pre-

miers âges du métal. Ces sépultures, généralement bien conservées, ont été fouillées avec soin et méthode, et tous les éléments en ont été transportés au musée, où chaque tombe a été reconstituée.

Certes, l'installation n'est pas des meilleures, les locaux sont insuffisants et mal éclairés, les reconstitutions sont posées sur le sol, presque sans protection, mais assurément tous ces défauts ne peuvent en rien être attribués à l'infatigable M. Gaus, qui est le premier à les déplorer.

Il est certain que les collections préhistoriques conservées au château de Hedenheim ont une grande valeurs cientifique, et, dès lors, il serait utile de les retirer du fatras d'objets de tous âges auxquels elles sont mélangées.

Il faudrait réserver à ces précieux débris des ancêtres une salle spéciale, munie d'installations convenables, où chaque reconstitution de tombe serait placée dans une vitrine fermée qui en assurerait la conservation.

Espérons que M. Gaus aura un jour la joie de pouvoir réaliser une semblable installation.

Tel est le résumé fidèle de ce qui s'est passé à la Conférence paléolithique de Tübingen; pour obtenir plus de détails, il suffira d'attendre l'apparition du compte rendu complet, qui sera publié par les soins de son zélé organisateur.

A. Rutot. — **Essai de raccordement des couches tertiaires de la Campine à celles des Pays-Bas.**

Cette communication de M. Rutot doit être considérée comme préliminaire; la publication dans nos *Mémoires* sera avantageusement retardée jusqu'après l'achèvement de sondages en cours.

L'auteur croit que l'ensemble des couches au-dessus du Diestien, jusques et y compris les argiles de Ryckevorsel et les sables de Moll, ne forme qu'un étage à dénommer soit scaldisien soit poederlien, qu'il retrouve dans les grands sondages des Pays-Bas, de Gorkum, d'Utrecht et d'Amsterdam, où des alternances de sables et d'argiles avec lignites le représentent. Un diagramme établi suivant cette interprétation fournit une régularité de couches remarquablement concordante [1].

---

[1] Résumé très bref du Secrétariat.

Discussion.

M. Van de Wiele fait remarquer que l'étude des deux sondages exécutés par M. Mourlon dans la Campine lui a donné l'impression d'une faune quaternaire.

M. Rutot répond qu'aux confins du Pliocène supérieur, alors qu'une période glaciaire s'est déjà écoulée, les faunes tant marines que d'eau douce sont bien difficiles à distinguer de celles du Quaternaire.

M. Leriche fait incidemment observer que la suppression de l'étage poederlien s'impose; le terme ancien de Scaldisien doit avoir la priorité sur lui.

M. Rutot dit que la solution n'est, en réalité, pas aussi simple ; un faible gravier et une faune de mammifères séparent à Anvers le Scaldisien des sables dits poederliens; il y a donc eu émersion en ce point; mais il semble que ce fait soit très localisé. Pratiquement, il est impossible de représenter le Scaldisien et le Poederlien, même sur une carte à grande échelle. Il conviendrait donc de ne conserver que l'étage scaldisien avec deux facies, comme on l'a fait pour le Landenien, le commencement de la période ayant simplement été affecté par une oscillation du rivage dans le golfe d'Anvers.

La séance est levée à 22 h. 45.

ANNEXE AU PROCÈS-VERBAL

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE

L. De Launay. — **La géologie et les richesses minières de l'Asie.** Paris-Liége, Ch. Béranger, 1911.

Le livre a pour but d'étudier la distribution des gisements miniers de l'Asie à l'aide des données fournies par la science géologique. On sait que le distingué professeur à l'École des Mines de Paris a dirigé et publié des enquêtes minières dans différentes régions du globe, et qu'il est aussi l'auteur d'une série d'ouvrages de géologie générale remarquables par la vaste connaissance du sujet et par la maîtrise des vues techniques qui y sont développées. Peu de savants étaient donc préparés aussi bien que lui pour conduire à bonne fin la tâche qu'il s'est imposée.

Voici comment il définit l'idée fondamentale de son travail. La distribution des minerais et des types de gisement constatés dans les différents pays ne s'est pas faite au hasard, et il y a lieu de rechercher si la connaissance de la tectonique d'une région peut nous aider à déterminer la présence de tel ou tel ordre de minerais. C'est en réunissant les observations pour chaque catégorie de gisements que l'on peut espérer interpréter et aussi découvrir d'autres gisements plus ou moins analogues dans les diverses régions du globe.

Conformément à cette méthode, le livre a été divisé en trois grandes sections, où se trouvent étudiées successivement l'industrie minière de l'Asie, sa géologie et ses différentes provinces métallogéniques. Dans la première, l'auteur passe en revue la situation actuelle de l'industrie minière pour les différentes parties de l'Asie, telle qu'elle résulte de l'évolution de cette industrie, et des conditions qui favorisent ou

arrêtent son essor. Dans la seconde, qui constitue la partie la plus importante de l'ouvrage, il présente l'histoire géologique de l'Asie. Dans cette étude, on voit que l'auteur a constamment évité de se laisser entraîner par des considérations générales, comme le font trop souvent les savants auteurs des théories tectoniques; il expose d'une façon objective les faits fournis par la stratigraphie, et ses conclusions en sont rigoureusement déduites, de sorte qu'il nous présente une histoire géologique du continent oriental beaucoup plus satisfaisante que ce que l'on connaissait jusqu'ici. A cette partie géologique est rattachée l'étude des phénomènes qui ont eu pour résultat l'accumulation des dépôts houillers, les sédimentations salines et la formation des terrains bitumineux.

Enfin la troisième partie, désignée sous le nom de métallogénie régionale, nous montre comment les différentes provinces métallogéniques du continent asiatique correspondent à la combinaison des plissements successifs, qui ont eu pour résultat d'un côté l'érosion plus ou moins considérable des couches superficielles, mettant à découvert les couches sous-jacentes, et de l'autre côté la mise en profondeur plus ou moins grande des couches inférieures, soumises ainsi à une température assez élevée pour influencer la formation des minerais et leur accumulation. C'est de la combinaison de ces deux sortes de mouvements que dépendent la nature et l'importance des différentes provinces, et aussi la possibilité de leur exploitation industrielle. L'auteur distingue surtout les anciennes plates-formes (horsts de Suess), les plissements hercyniens et les plissements tertiaires ou alp-himalayens; et pour chaque province il montre que sa métallogénie se trouve en rapport avec l'âge et le type des accidents orogéniques, plissements et dislocations, qu'elle a subis.

Nous croyons en avoir dit assez pour faire comprendre tout l'intérêt que présente le livre de M. De Launay, tant pour les géologues que pour les personnes qui s'occupent de recherches minières.

V. D. W.

SÉANCE MENSUELLE DU 21 NOVEMBRE 1911.

Présidence du **lieutenant-colonel Cuvelier**, *président.*

La séance est ouverte à 20 h. 30.

Décès du Prof^r Giorgio Spezia.

L'Académie royale des Sciences de Turin fait part à la Société de la mort du Professeur Giorgio Spezia, membre de la Classe des Sciences physiques, mathématiques et naturelles.

Adoption du procès-verbal de la séance d'octobre.

Ce procès-verbal est adopté sans observations.

Correspondance.

MM. Poskin et Fourmarier s'excusent de ne pouvoir assister à la séance.

M. J. Gosselet, notre éminent membre honoraire, fait hommage à la Société du troisième fascicule de son travail sur les sondages du Nord. (*Remerciements.*)

Le Comité de défense de la Fagne remercie la Société de l'appui qu'elle s'est offerte à donner à son œuvre.

Ce nouvel organisme s'est réuni en assemblée générale le 26 octobre 1911 et a nommé la Commission administrative.

Président : M. Albert Bonjean, avocat.

Secrétaire : M. Henri Angenot, bibliothécaire communal.

Trésorier : M. François Charlier père.

Commissaires : M. Alfred Sacré, président de la Société ornithologique de l'Est de la Belgique.

M. Camille Feller, homme de lettres.

Elle a arrêté son règlement dans les termes suivants :

I. *But.* — Constitution de réserves nationales intangibles à la Baraque-Michel, sur les Fagnes de l'État, de Jalhay, de Sart, de Spa, de Francorchamps, etc., afin de conserver intactes les réserves d'eau de la Gileppe, de la Helle, de la Soor, de la Statte, de la Hoëgne, du Wayai, de l'Amblève, etc. ; de sauver de la destruction la flore et la faune glaciaires ; d'empêcher que l'on dénature les sites en y plantant des résineux, en tentant de leur donner une destination agricole ou en y élevant des constructions ; de protéger les sites en général et les monuments naturels.

II. *Moyens.* — Conférences, articles de revues ou de journaux, circulaires, pétitions aux pouvoirs publics, excursions, expositions, collections scientifiques de vulgarisation et tous autres à déterminer ultérieurement.

III. *Assemblées.* — Les assemblées générales ont lieu chaque fois que la Commission administrative le jugera nécessaire.

IV. *Membres.* — Il y a trois catégories de membres :

Membres effectifs. — Cotisation : 1 franc par an.

Membres d'honneur. — Pour être membre d'honneur, il faut avoir adhéré au principe de la Société.

Membres protecteurs. — Cotisation minimum : 5 francs par an.

Membres correspondants. — Les membres correspondants renseignent la Société sur tout ce qui peut intéresser celle-ci dans leur région.

V. *Commission administrative.* — La Commission administrative se compose d'un président, un secrétaire, un trésorier, deux commissaires.

La durée des mandats est de quatre ans.

La Commission administrative veille à la propagande, à l'emploi des fonds, à l'exécution de toutes les mesures répondant au but de la Société. Elle nomme les membres d'honneur et les membres correspondants au mieux des intérêts de la Société.

Notre confrère M. Larmoyeux prie la Société de renouveler les vœux qu'elle a émis successivement de voir imprimer une nouvelle carte géologique à petite échelle et de réimpression des feuilles au 40 000e épuisées, principalement celles des bassins houillers du Hainaut et de la province de Liége. — Adopté.

Le Président de la Société royale de Botanique adresse à la Société la lettre suivante :

« La Société royale de Botanique de Belgique a pris l'initiative de former un Comité pour la protection de la nature en Belgique. Ce Comité serait composé de délégués des sociétés scientifiques et des sociétés qui s'occupent de la défense des sites ayant une valeur esthétique[1], ainsi que des personnes qui se sont intéressées à la conservation des stations naturelles de plantes et d'animaux et de celles des sites remarquables pour la géologie et la géographie.

Une réunion préparatoire aura lieu le jeudi 21 décembre 1911, à 10 $^1/_2$ h., au Jardin botanique de l'État à Bruxelles. Elle sera spécialement consacrée à l'examen des mesures qu'il conviendrait de prendre pour les quelques stations naturelles que notre pays possède encore. Nous vous prions de bien vouloir y déléguer deux ou trois membres de votre Société.

Le Comité se mettrait ensuite en rapport avec les sociétés scientifiques locales et avec les groupements qui se sont déjà constitués en vue de la défense de certains points spéciaux.

Veuillez agréer, etc.

Le Secrétaire général, TH. DURAND. — *Le Président,* ED. DE WILDEMAN.

L'Assemblée décide de déléguer à cette réunion MM. De Munck, Leriche, Rutot et Vandewiele.

La Société d'Archéologie de Charleroi demande à échanger ses publications avec les nôtres. — Accepté.

Le Bureau croit intéresser les membres de la Société en leur signalant l'apparition, annoncée pour le printemps de 1912, d'un *Guide de la Fagne* par M. Henri Angenot, bibliothécaire communal à Verviers, 4, rue du Gymnase. On peut souscrire dès à présent chez l'auteur (1 franc).

---

[1] Cette convocation a été adressée aux sociétés dont les noms suivent et dont le champ d'action, pour leur spécialité, s'étend à tout le pays : Ligue des Amis des arbres; Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie; Société centrale forestière de Belgique; Société de Zoologie et de Malacologie; Société d'Entomologie de Belgique; Société de Géologie de Belgique; Société nationale pour la protection des sites; Société royale belge de Géographie; Touring-Club.

Géologie du Bassin de Paris, par M. Paul Lemoine, Vice-Président de la Société géologique de France. — Paris, Hermann et fils, 6, rue de la Sorbonne; grand in-8°, II + 408 pages, 136 figures, 9 planches color., relié. Prix : 15 francs.

Ce livre diffère des ouvrages antérieurs en ce qu'il embrasse la totalité du Bassin de Paris, aussi bien les terrains jurassiques et crétacés de sa bordure que les terrains tertiaires du centre.

On ne possédait sur cette région classique au point de vue géologique aucun travail d'ensemble, la multiplicité même et la diversité des études en rendent la compréhension difficile. Les mémoires détaillés, si considérables qu'ils soient, ne portent généralement que sur des points spéciaux et les lacunes sont nombreuses. La coordination des publications faites sur cette région depuis de longues années par plusieurs générations de géologues sera donc très utile pour ceux qui s'intéressent aussi bien à la géologie pure qu'aux multiples questions qui relèvent de la géologie appliquée : agriculture, travaux publics, hygiène, recherche des eaux souterraines et des matériaux utiles.

L'étude du Bassin de Paris est faite méthodiquement, terrain par terrain. C'est donc un travail essentiellement descriptif où les sujets sont traités dans leur entier. On y remarque un grand souci d'exactitude. Chacun des faits avancés est suivi du nom de l'auteur qui l'a observé; grâce à l'index bibliographique (plus de 800 numéros), on sait immédiatement où trouver des données complémentaires plus détaillées.

Mais bien souvent dans un livre de ce genre, c'est un renseignement que l'on veut avoir. Pour faciliter leur recherche, les tables ont été multipliées (noms d'auteurs, noms d'espèces fossiles, noms de localités, table des matières), qui permettront d'avoir immédiatement le renseignement cherché.

L'ouvrage est très bien imprimé, et les figures excellentes et nombreuses contribuent à faciliter la lecture de ce livre qui comble une véritable lacune dans la littérature géologique française.

L'auteur est d'ailleurs bien connu par ses travaux sur Madagascar et le Maroc, qui ont été récemment couronnés par l'Académie des Sciences.

(*Communiqué.*)

Dons et envois reçus.

1° De la part des auteurs :

6390 ... Guide to the Exhibition of animals, plants, and minerals mentioned in the Bible (*British Museum, Natural History*). Special guide, n° 5. Londres, 1911. Brochure in-12 de 76 pages et 7 figures.

6391 **Arctowski, H.**, La dynamique des anomalies climatiques. Contribution à l'étude des changements de la répartition de la pression atmosphérique aux États-Unis. Varsovie, 1910. Extr. de *Prac Matematyczno-Fizycznych*, t. XXI, pp. 179-196, 6 fig.

6392 **Carez, L.**, Sur quelques points de la géologie du Nord de l'Aragon et de la Navarre. Paris, 1910. Extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 4e série, t. X, pp. 682-690 et 6 fig.

6393 **Carez, L.**, Résumé de la géologie des Pyrénées françaises. Paris, 1910. Extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 4e série, t. X, pp. 670-681.

6394 **Cayeux, L.**, Allocution présidentielle à la séance générale annuelle de la Société géologique de France (27 avril 1908). Paris, 1908. Extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 4e série, t. VIII, pp. 155-160.

6395 **Cayeux, L.**, Le quartz secondaire des minerais de fer oolithiques du Silurien de France et son remplacement en profondeur par du fer carbonaté. Paris, 1909. Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sc.*, t. CXLIX, 2 pages.

6396 **Cayeux, L.**, Évolution minéralogique des minerais de fer oolithiques primaires de France. Paris, 1909. Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sc.*, t. CXLIX, 3 pages.

6397 **Cayeux, L.**, Les minerais de fer oolithiques primaires de France. Paris, 1910. Extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 4e série, t. X, pp. 531-540.

6398 **Cayeux, L.**, Fouilles de Délos (Cyclades) et les applications de la géologie à l'archéologie. Paris, 1910. Extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 4e série, t. X, pp. 404-405.

6399 **Cayeux, L.**, Prolongement des minerais de fer oolithiques siluriens de la presqu'île armoricaine sous le bassin de Paris. Paris, 1910. Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sc.*, t. CL, 2 pages.

6400 **Cayeux, L.**, Les algues calcaires du groupe des Girvanella et la formation des oolithes. Paris, 1910. Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sc.*, t. CL, 3 pages.

6401 **Cayeux, L.**, Sur l'existence de calcaires phosphatés à Diatomées au Sénégal. Paris, 1910. Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sc.*, t. CLI, 2 pages.

6402 **Cayeux, L.**, Existence de calcaires à « Gyroporelles » dans les Cyclades. Paris, 1911. Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sc.*, t. CLII, 2 pages.

6403 **Cayeux, L.**, Le Miocène marin de l'île de Crète. Paris, 1911. Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sc.*, t. CLII, 3 pages.

6404 **Cayeux, L.**, Dislocations des îles de Délos, Rhénée et Mykonos (Cyclades). Paris, 1911. Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sc.*, t. CLII, pp. 1529-1532 et 1 fig.

6405 **Cayeux, L.**, Les transformations du massif des Cyclades à la fin des temps tertiaires et au commencement de l'époque quaternaire. Paris, 1911. Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sc.*, t. CLII, pp. 1796-1798.

6406 **de Dorlodot, L.**, Au sujet de l'angle du rhomboèdre des carbonates. Liége, 1911. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XXXVIII, Mém., pp. 3-6.

6407 **de Dorlodot, L.**, Recherches sur les formules et la constitution moléculaire des minéraux. Liége, 1911. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XXXVIII, Mém., pp. 77-92 et 6 fig.

6408 **de Dorlodot, H.**, et **Salée, A.**, Sur le synchronisme du calcaire carbonifère du Boulonnais avec celui de la Belgique et de l'Angleterre. Paris, 1911. Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sc.*, t. CLIII, pp. 556-558 (2 exemplaires).

6409 **Fraipont, Ch.**, Les industries paléolithiques et néolithiques des environs de Lincé (Sprimont). Malines, 1911. Extr. du *XXIIe Congrès archéologique de Malines en 1911*, 29 pages, 4 planches et 8 figures.

6410 **Guitart, D.-J.**, Notas geologicas de la comarca de Bages (Barcelona). Saragosse, 1911. Extr. du *Boll. de la Soc. aragonesa de Cienc. nat.*, t. X, n°s 7-10, pp. 149-156 et 2 fig.

6411 **Lemoine, P.**, Géologie du Bassin de Paris. Paris, vol. grand in-8° de 408 pages, 136 figures et 9 cartes géologiques. (Don de l'éditeur.)

6412 **Poskin, A.**, Les relations du Pouhon duc de Wellington avec les agents atmosphériques. Bruxelles, 1911. Extr. des *Mém. de l'Acad. roy. des Sc.*, collection in-4°, 2e série, t. III, 63 pages.

6413 ... Humboldt-Verein Ebersbach, Festschrift zur Feier des 50 jährigen Bestehens. Ebersbach, 1911. Broch. in-8° de 9 pl. et 3 photographies.

6414 **Escher, B.-G.**, Ueber die praetriasische Faltung in den Westalpen mit besonderer Untersuchung des Carbons an der Nordseite des Toedi (Bifertengraetli). Amsterdam, 1911. Vol. in-8° de 174 pages, 6 planches et 25 figures.

6415 **Choffat, P.**, Bibliographie géologique du Portugal et de ses colonies, 1908 à 1910. Lisbonne, 1911. Extr. des *Communications du Service géologique*, t. VIII, 1910, pp. 181-216.

6416 **Choffat, P.**, Ses publications (1874-1910). Lisbonne, 1911. Extr. des *Communications du Service géologique*, t. VIII, 1910, pp. 143 177.

4566 **Gosselet, J.**, Étude des gîtes minéraux de la France. Les assises crétaciques et tertiaires dans les fosses et les sondages du Nord de la France. Fascicule III : Région de Béthune. Paris, 1911. Volume in-4° de 181 pages, 27 figures et 5 planches hors texte de cartes et coupes.

Élection d'un nouveau membre associé régnicole.

Est élu à l'unanimité :

M. Lassine, Albert, ingénieur des chemins de fer de l'État, 30, avenue Stéphanie, à Saint-Gilles. présenté par MM. Leriche et Verlinden.

Discussion des thèses présentées antérieurement.

P. Fourmarier. — **Note au sujet de la structure du bassin houiller de la province d'Anvers.**

M. le Profr X. Stainier vient de publier une note fort intéressante sur la structure du bassin houiller de la Campine anversoise (1); il cherche à établir la stampe normale du Houiller ainsi que l'allure des couches, et il joint à son travail une petite carte représentant la façon dont il conçoit cette allure.

Dans les grandes lignes, le tracé de notre savant confrère ressemble beaucoup à celui représenté sur la carte jointe à l'important mémoire de MM. Forir, Habets et Lohest sur le bassin houiller de la Campine (2). Comme ces derniers, il admet que les couches houillères dessinent, dans cette région, un grand synclinal que je désignerai sous le nom de synclinal d'Hérenthals-Gheel. Ce pli s'ennoie vers l'Est de

---

(1) X. Stainier, *Structure du bassin houiller de la province d'Anvers.* (Bull. Soc. belge de Géol., t. XXV, pp. 209 et suiv., 1911.)

(2) *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXX, Mém.

telle sorte que, un peu vers l'Ouest de la limite séparative des provinces de Limbourg et d'Anvers, on atteint rapidement, à la surface du sous-sol primaire, les zones inférieures relativement pauvres en combustible.

Des différences importantes existent néanmoins entre les deux tracés. Alors que MM. Forir, Habets et Lohest ont fait, à l'Est du sondage n° 58, infléchir les couches vers le Nord, amorçant ainsi un nouveau pli synclinal plus septentrional, M. Stainier trace une grande faille de direction Sud-Ouest - Nord-Est, qu'il désigne sous le nom de faille de Meerhout et qui sépare la partie occidentale du bassin de la Campine de la partie principale s'étendant en majeure partie dans la province de Limbourg.

C'est le bien fondé de l'existence de cette faille que je désire discuter dans la présente note.

M. Stainier dit, en effet :

« Pour la région qui nous occupe, l'existence d'une faille normale transversale ressort avec la dernière évidence de nos tracés. Cette faille, à rejet très faible vers le Sud, voit ce rejet augmenter considérablement vers le Nord. La lèvre Sud-Est de la faille, dans le Nord, est fortement descendue par rapport à l'autre lèvre. »

L'auteur ne cite cependant qu'un seul argument de fait : la rencontre de roches failleuses au fond des sondages 34 et 56, et même au fond du sondage 36.

Comme le fait remarquer M. X. Stainier, on ne peut plus, actuellement, nier l'existence de failles en Campine. Dans certaines parties du bassin, il ne serait pas possible de tracer la carte sans faire intervenir de failles; d'ailleurs, plusieurs sondages ont traversé des terrains failleux.

Mais si l'existence de ces accidents tectoniques n'est pas contestable, l'importance du rejet est souvent difficile à déterminer. Lorsqu'il existe deux sondages suffisamment rapprochés et situés de part et d'autre d'une faille, on peut arriver assez facilement à évaluer la dénivellation produite par la cassure. Lorsqu'on a affaire à une série de sondages suffisamment rapprochés, on arrive aussi à connaître, avec une approximation suffisante, la direction de la faille.

La question est tout autre lorsque les sondages de reconnaissance sont fort éloignés les uns des autres. Le fait de rencontrer un terrain failleux n'indique pas nécessairement que l'on se trouve en présence d'une cassure à grand rejet; on a pu observer dans les exploitations

houillères que le rejet des failles n'est pas toujours en relation avec l'importance de leur remplissage.

D'autre part, dans le cas de sondages fort espacés, la rencontre d'un terrain failleux ne peut en rien faire préjuger de la direction de la cassure.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur la carte jointe au travail de M. Stainier pour voir que son tracé de la faille de Meerhout n'est basé que sur les renseignements fournis par des sondages très éloignés les uns des autres; à part dans la concession de Beeringen ou à son voisinage immédiat, où les sondages sont fort rapprochés, les autres points de reconnaissance sont distants de 5 à 6 kilomètres au moins et même beaucoup plus.

Mon but est de rechercher si, au moyen des documents qui ont servi à M. Stainier, il n'est pas possible d'interpréter d'une manière différente le tracé des zones du bassin houiller dans la province d'Anvers. A cet effet je vais examiner successivement les résultats fournis par chacun des sondages dans la région considérée et qui sont reportés sur la carte annexée à cette note; j'ai dressé cette carte à la même échelle que celle qui accompagne la note de M. Stainier, afin que les raccordements que nous proposons l'un et l'autre soient mieux comparables.

Le grand nombre de recherches effectuées aux environs de Beeringen nous donne un excellent point de départ pour ce travail.

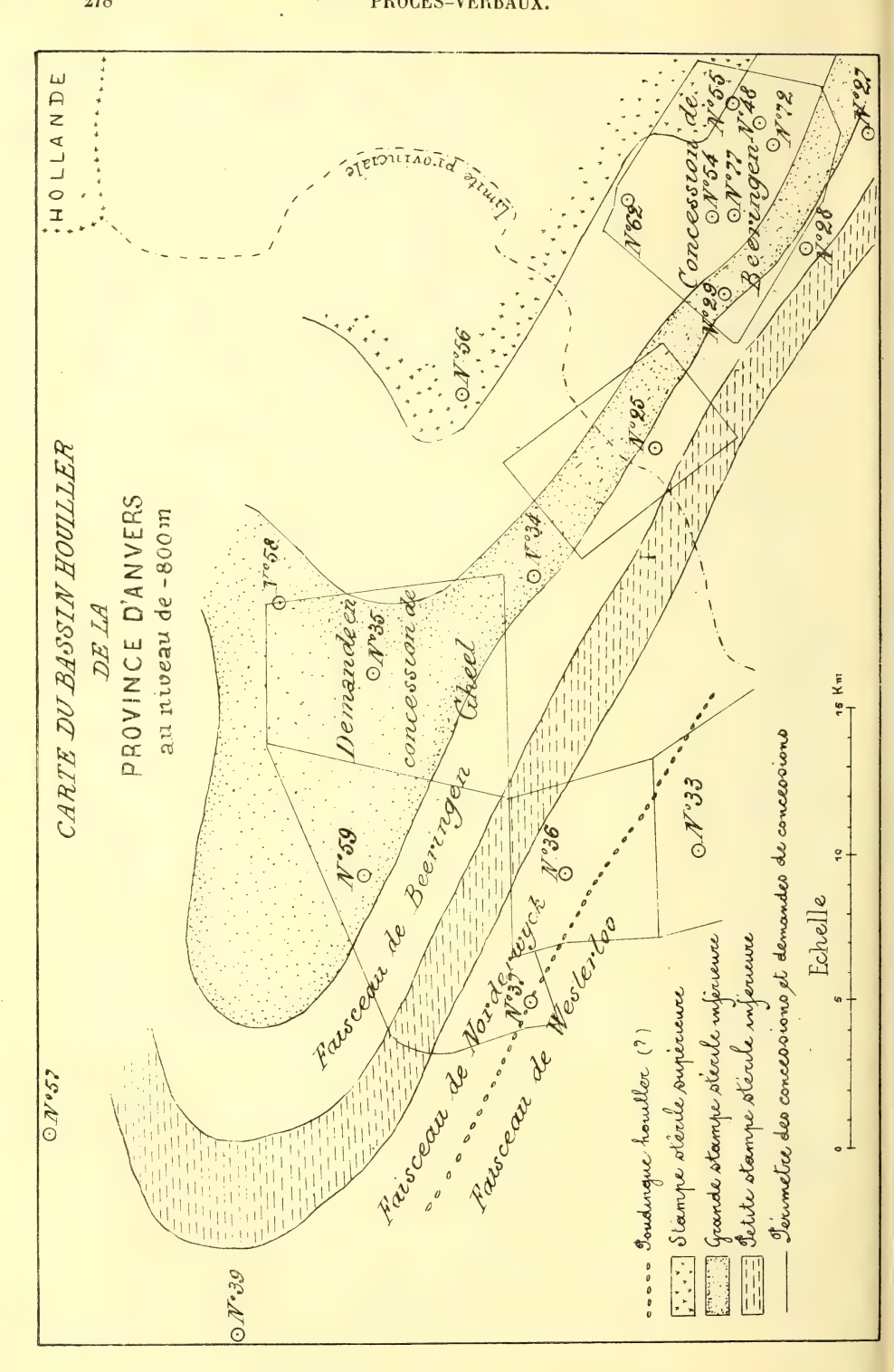
Les sondages 27 [1] et 28, situés en dehors de la concession de Beeringen, mais très près de sa limite Sud-Ouest, ont recoupé des stampes presque identiques; ils ont pénétré tous deux, dès la rencontre du Houiller, dans la grande stampe stérile inférieure et sous celle-ci ils ont trouvé un certain nombre de couches qui appartiennent au faisceau de Beeringen de M. Stainier. Ces deux forages permettent donc de déterminer la direction du bassin au Sud de la concession de Beeringen. Le sondage 29 a traversé d'abord la base du faisceau supérieur à la stampe stérile (faisceau de Genck de M. Stainier), puis cette stampe stérile, pour atteindre ensuite les couches supérieures du faisceau de Beeringen.

En traçant l'allure des couches à un niveau déterminé (— 800 mètres par exemple, comme l'a fait M. Stainier), on remarque que le sondage n° 29 indique une légère inflexion des couches vers le Nord.

Dans la concession de Beeringen, les deux sondages récents de

---

[1] Ce sondage n'est pas figuré sur la carte jointe au travail de M. Stainier.


CARTE DU BASSIN HOUILLER
DE LA
PROVINCE D'ANVERS
au niveau de -800m
HOLLANDE
Limite provinciale
Concession de Beeringen
Demandes en concession de Cabeel
Faisceau de Beeringen
Faisceau de Nordermeyck
Faisceau de Westerloo
N°57
N°58
N°59
N°39
N°56
N°62
N°29
N°54
N°55
N°77
N°48
N°72
N°28
N°27
N°25
N°34
N°35
N°36
N°37
N°33
Houlliques houiller (?)
Stampe stérile supérieure
Grande stampe stérile inférieure
Petite stampe stérile inférieure
Périmètre des concessions et demandes de concessions
Echelle
0
5
10
15 Km

Langen-Eiken (72) et de Kleine-Heide (77) ont traversé d'abord le faisceau de Genck, puis la stampe stérile, pour atteindre enfin le faisceau de Beeringen. Le raccordement que l'on peut établir des couches recoupées par les deux sondages montre que dans cette partie de la concession, la direction des couches est la même que celle obtenue au moyen des sondages 27 et 28. De plus, la comparaison des résultats de ces quatre sondages prouve que les couches inclinent vers le Nord-Est, puisque dans cette direction, on rencontre des couches de plus en plus récentes; ces conclusions sont confirmées par les études paléontologiques ainsi que par les teneurs en matières volatiles des charbons.

Le sondage 48 a recoupé le faisceau de Genck sans atteindre la stampe stérile. Le sondage 55 a atteint des couches supérieures aux précédentes; il a traversé notamment la stampe stérile supérieure.

Je pense que tout le monde est d'accord sur la position stratigraphique relative de chacun de ces sondages : il n'y a plus lieu de s'y arrêter.

Le faisceau de couches rencontrées au sondage 62 appartient à la même zone que la partie supérieure des sondages 48, 54, 72 et 77 ; c'est le faisceau de Genck bien caractéristique, avec couches puissantes très rapprochées; comme ce faisceau a été recoupé, par suite de l'inclinaison de la tête du Houiller, à une profondeur plus grande qu'aux autres sondages, il suffit d'une très légère inflexion des couches, dans une coupe Nord-Sud passant par les sondages 28, 55 et 62, pour faire arriver à ce dernier les couches supérieures du précédent [1]. Cette légère ondulation dans les couches très faiblement inclinées suffit pour donner à la surface du Primaire une direction Sud-Nord dans la partie Ouest de la concession de Beeringen.

Cette inflexion paraît d'ailleurs s'esquisser déjà dans la stampe stérile, comme je l'ai montré tout à l'heure en parlant des sondages 28 et 29.

Poursuivons notre étude à l'Ouest de la concession de Beeringen. Nous retrouvons la grande stampe stérile inférieure au sondage 25, ce qui montre que l inflexion vers le Nord constatée à proximité du sondage 29 ne persiste pas; l'allure reprend comme elle était entre les sondages 27 et 28.

---

[1] Il ne me paraît pas nécessaire de supposer, comme le fait M. Stainier, l'existence d'une cuvette assez profonde entre les sondages 54 et 62 dans la coupe passant par la concession de Beeringen. (Pl. D, *Op. cit.*)

Le sondage 34 a également rencontré la même stampe; il y est resté pendant toute la traversée du terrain houiller, de telle sorte qu'au point de vue industriel il s'est montré entièrement stérile. Les allures dérangées (pentes variant de 12 à 60 degrés) y rencontrées sont, pour M. Stainier, un indice de la proximité de la faille de Meerhout, qu'il fait passer un peu au Nord-Ouest du sondage 34 ; aussi, dans le prolongement de la grande stampe stérile inférieure, notre savant confrère indique, au delà de la faille, le faisceau de Beeringen et la petite stampe stérile inférieure.

La grande stampe stérile inférieure a été rencontrée au sondage 59 qui en a traversé la plus grande partie et qui a pénétré dans le faisceau de Beeringen. Si l'on trace sur la carte le passage de la limite inférieure de cette grande stampe au voisinage des trois sondages 25, 34 et 59, on remarque que les trois points obtenus sont alignés suivant une direction presque rectiligne, s'infléchissant peut-être un peu au voisinage du sondage 34, où les pentes sont plus fortes et plus variées que dans les deux autres ; cette allure ressort à l'évidence de la carte de M. Stainier. Dans ces conditions, il ne paraît pas nécessaire d'interrompre par une faille la continuité de la grande stampe stérile inférieure.

Si ce que j'avance est exact, on peut raccorder sur la carte, en ligne droite, les divers faisceaux inférieurs à la grande stampe stérile, faisceaux dont le passage peut être déterminé avec quelque approximation, d'une part, au Sud du sondage 59 et, d'autre part, au Sud du sondage 25. Dans cette région, il existe trois sondages, 33, 36 et 37, qui ont atteint les couches inférieures à la grande stampe stérile ; nous devons rechercher si les renseignements qu'ils donnent permettent de maintenir le raccord théorique que je viens d'indiquer. Ces trois sondages ont traversé une stampe inférieure à celle recoupée aux sondages situés plus au Nord; les fossiles et la teneur en matières volatiles des charbons le montrent. Il n'est cependant pas possible d'établir avec quelque certitude le raccordement de ces couches avec celles reconnues par les autres sondages. L'essai tenté par M. Stainier dans la planche F, jointe à son travail, est fort intéressant, mais ne me paraît pas concluant. La chose importe peu, en somme, pour le but que je poursuis ; aussi ne retiendrai-je qu'un point, c'est que les sondages 33, 36 et 37 appartiennent tous trois à une zone inférieure du Houiller.

Il existe une grande similitude de composition entre les sondages 36 et 37, et le raccordement des couches de ces deux sondages proposé

par M. Stainier me paraît parfaitement admissible tant que l'on n'aura pas à sa disposition d'autres documents.

Le sondage 37 a recoupé, entre les niveaux de 805.90 et 822.50 (788.90 et 803.50 sous le niveau de la mer), un grès à gros grains que M. Stainier croit pouvoir assimiler au poudingue houiller de nos bassins de Sambre-et-Meuse et dont il indique le passage sur sa carte. Il passe, au niveau de 800 mètres, à proximité du sondage 37 et devrait passer au Sud du sondage 36; il est à remarquer qu'à ce dernier forage les couches houillères sont presque horizontales, ce qui est probablement le fait de l'existence d'une ondulation secondaire qui peut avoir pour effet de reporter au Sud le passage du niveau de grès grossier.

Quoi qu'il en soit, les renseignements fournis par ces deux sondages n'interdisent pas de tracer le passage de ce grès au niveau de 800 mètres parallèlement à l'allure que j'ai donnée aux limites des autres horizons.

Reste le sondage 33. Comme les deux précédents, il appartient à la zone inférieure du Houiller, mais la succession des couches de houille y rencontrées est bien différente de celle des sondages 36 et 37, et je doute qu'on puisse établir quelque synonymie entre elles. La teneur en matières volatiles y est d'ailleurs un peu inférieure, bien que les couches se trouvent à moins de profondeur, et je pense que le sondage 33 a recoupé, en réalité, une zone un peu plus profonde du Houiller de la Campine. Cette manière de voir aurait pour conséquence de reporter un peu plus au Nord que ne l'a fait M. Stainier, le passage du niveau de grès grossier et par conséquent de l'amener dans le prolongement du même horizon au voisinage des sondages 36 et 37.

J'admets volontiers, en ce qui concerne la partie Ouest du bassin, que les sondages 39 et 57 appartiennent au même niveau que les sondages 33, 36 et 37, et que, par conséquent, les strates houillères dessinent une cuvette très plate dont l'axe plonge vers l'Est, c'est-à-dire vers le Limbourg.

Le sondage 35 paraît se trouver dans la partie centrale de cette cuvette, car les couches y rencontrées ont une pente voisine de 0 degré; il a atteint directement la grande zone stérile inférieure sous les morts terrains, et, d'après M. Stainier, le bassin dont le centre est occupé par la zone stérile vient butter vers l'Est contre la faille de Meerhout au delà de laquelle le sondage 56 a recoupé une zone beaucoup plus élevée (stampe stérile supérieure).

La haute teneur en matières volatiles des couches du sondage 56 leur assigne une position élevée dans la série houillère; la stampe traversée ressemble beaucoup à celle du sondage 55; on peut admettre,

avec beaucoup de raison, comme le fait M. Stainier, que ces deux recherches appartiennent au même horizon. Aussi notre confrère fait-il repasser la limite inférieure de la zone stérile supérieure au Nord du sondage 62, pour l'amener ensuite au Sud du 56. Je suis d'accord avec M. Stainier sur ce point. Mais je crois que, entre les sondages 35 et 56, on peut tracer la carte sans faire intervenir de faille. Il suffit, en effet, à l'Ouest du sondage 34, de faire remonter la limite des assises vers le Nord pour dessiner une ondulation du même type que celle représentée entre les sondages 55, 77 et 62. Il y a entre les sondages 35 et 56 un espace suffisant pour y faire passer les divers faisceaux compris entre la grande stampe stérile inférieure et la zone stérile supérieure.

D'ailleurs, au Nord de la ligne des sondages 57, 35 et 56, l'allure nous est, peut-on dire, totalement inconnue. Le sondage 58, le seul existant au delà de cette ligne, n'a fourni que bien peu de renseignements; le terrain houiller a été traversé entre les niveaux de 853^{m}80 et 1 014 mètres et n'a recoupé que des traces de charbon à sa partie inférieure; cette grande épaisseur de terrain houiller sans charbon paraît devoir être rapportée à l'une des stampes stériles inférieures. L'incertitude dans laquelle on se trouve quant au niveau atteint par ce sondage, rend sujet à caution tout essai de tracé de l'allure des couches dans cette région. Quoi qu'il en soit, le sondage 58 n'infirme nullement l'hypothèse que j'ai faite relativement au tracé des diverses zones du Houiller.

On voit donc, par toutes les considérations que je viens d'exposer, que la faille de Meerhout est bien hypothétique. Je ne veux certes pas prétendre qu'il n'existe pas de faille dans la région; les zones failleuses rencontrées aux sondages 56, 34 et 36 prouvent qu'une pareille hypothèse n'est pas soutenable. Cependant je crois que dans une région reconnue par quelques sondages très espacés, il est préférable d'essayer de raccorder les résultats obtenus sans faire intervenir de faille lorsque la chose est possible. Or, je viens de montrer que, dans le cas présent, on peut expliquer, sans faille importante, la structure de la région. On n'a évidemment aucune idée de la direction des failles rencontrées dans les sondages; rien ne prouve que la zone failleuse du sondage 56 doive se raccorder à la zone failleuse du sondage 34 ou à celle du sondage 36; rien ne prouve qu'il ne s'agit pas de trois failles bien distinctes.

Cependant, je ne m'oppose pas à ce que l'on raccorde les zones failleuses comme l'a fait M. Stainier en traçant la faille de Meerhout;

mais il me paraît que, si même on adopte ce tracé, on ne peut pas donner à la cassure l'importance considérable que lui attribue notre savant confrère et qu'il ne s'agit que d'une cassure à rejet peu important.

La question ne pourra être résolue que par de nouvelles recherches; deux sondages élucideraient la question : le premier, placé entre les sondages 35 et 56 et le second sur la droite, joignant les sondages 25 et 56; chacun de ces sondages, s'il était placé approximativement au premier tiers de chacune des lignes indiquées, à partir du 56, devrait, dans mon hypothèse, recouper le faisceau riche (faisceau de Genck), tandis que, suivant l'opinion de M. Stainier, ces forages devraient atteindre des zones différentes.

Pour terminer, une autre question se pose. Faut-il fermer le bassin vers le Nord, comme l'indique M. Stainier, tout au moins à l'Ouest de la faille de Meerhout, ou bien faut-il supposer, comme MM. Forir, Habets et Lohest, au voisinage du 58, un retour des couches vers le Nord? Ce dernier tracé indiquerait qu'au Nord de la cuvette d'Hérenthals-Gheel, il existe un dôme très surbaissé suivi lui-même d'un autre pli synclinal.

Sans vouloir m'étendre sur ce sujet, je dois dire que cette dernière manière de voir me paraît plus rationnelle, puisque les travaux effectués en Hollande, au Nord-Est du bassin de la Campine belge, ont montré que le terrain houiller s'étend bien au Nord de ce bassin et qu'il forme une succession d'ondulations synclinales et anticlinales.

Communications des membres.

A. Jérôme et L. Greindl. — **Études sur le modelé et le réseau hydrographique des terrains secondaires du Luxembourg.**

Paraîtra aux *Mémoires*.

Dr A. Poskin. — **Note sur la caractéristique d'une eau minérale ferrugineuse gazeuse naturelle. Son analyse.**

Le but d'un captage d'eau minérale est d'amener à l'émergence une source ou un groupe de griffons voisins et solidaires en leur gardant toutes leurs qualités physico-chimiques, leur débit, leur température, une minéralisation maxima et en les mettant à l'abri de toute cause d'altération du fait des infiltrations et des terrains ambiants.

Afin de pouvoir juger des résultats obtenus par le captage ou la réfection d'un captage de *pouhon*, nom générique d'une eau minérale ferrugineuse gazeuse naturelle en notre pays, il est utile de connaître les caractères de ceux-ci.

La présente note a pour but de fixer ces caractères dont l'ensemble est indispensable pour assurer les résultats de l'emploi thérapeutique de ces pouhons.

§ 1. — Quelle que soit l'opinion qu'on se forme de l'origine de nos sources minérales et de leurs constituants, opinion qu'on pourra formuler plus tard pour donner des indications précises à nos législateurs sur le périmètre de protection à accorder à nos pouhons, on doit admettre que leur température, à peu près constante et supérieure à la température moyenne du lieu, permet de supposer avec assez de raison qu'ils se forment à une profondeur de 50 mètres environ (40 mètres pour l'excès de température et 10 pour le refroidissement produit à l'émergence par suite de la décompression de l'acide carbonique).

La plus grande partie de cette profondeur est constituée par des roches relativement dures, avec cassures nombreuses, parfois une faille, qui provoquent la collection de l'eau minérale et facilitent son émergence.

§ 2. — A cette profondeur, l'eau minérale ne doit pas contenir de *matière organique*. Parmi les gaz recueillis et analysés, on ne doit pas trouver l'*oxygène*, encore moins le *méthane*. Matière organique, oxygène et méthane indiquent l'apport d'eau douce d'origine superficielle.

Matière organique. — En ce qui concerne celle-ci, il ne s'agit pas seulement de celle qu'on peut déceler et doser par la solution alcaline de $KMnO_4$, mais de cette matière organique *fluorescente* spéciale qu'on peut dépister en traces infinitésimales par l'*esculine* (procédé de Dienert) et qu'on ne trouve jamais dans les eaux profondes ou bien mises à l'abri des infiltrations supérieures.

Méthane. — C'est l'hydrogène carboné qui donne à l'eau minérale, en temps de pluie, un goût marécageux. Sa présence dans les gaz recueillis aux pouhons indique clairement le mélange à l'eau minérale d'une eau superficielle qui a traversé la tourbe.

Oxygène. — Ce gaz ne doit plus se rencontrer à la profondeur de 50 mètres. C'est l'eau douce superficielle qui l'apporte à l'eau minérale. Oxygène et eau douce sont d'ailleurs les incompatibles, les ennemis de l'eau minérale ferrugineuse. Si l'on veut s'en assurer, on n'a qu'à observer ce qui se passe quand l'eau minérale non captée arrive à la surface. Le dépôt d'ocre, plus ou moins abondant suivant

l'abondance des griffons, indique que l'oxygène de l'air, ou bien celui qui est contenu dans l'eau superficielle qui imprègne le terrain et dans le sol lui-même, a décomposé l'eau minérale et précipité le fer.

Dans la tranchée creusée pour capter l'eau minérale, c'est toujours à la rencontre de l'eau superficielle qui descend et de l'eau minérale qui monte que celle-ci est en partie décomposée, et c'est le fer précipité qui colore en ocre le terrain de couverture de la roche dure en place.

La réaction qui se passe entre l'oxygène, d'une part, et l'eau minérale ferrugineuse, d'autre part, n'est pas aussi simple qu'on se l'imagine. Quand on disait que le fer contenu dans nos pouhons y est contenu sous la forme de bicarbonate ferreux, un sel hypothétique, instable, qu'on ne peut isoler comme tel, on expliquait la réaction en disant que ce sel ferreux, au contact de l'air, perdait une molécule de CO_2, devenait carbonate ferreux (pellicule irisée à la surface de l'eau), puis ferrique. On donnait d'ailleurs de ce bicarbonate ferreux des formules différentes. Pour les uns, c'était $FeCO_3CO_2$ ou FeO_22CO_2; pour d'autres, $FeCO_3CO_2H_2O$.

La vérité, c'est que le fer de l'eau minérale y est à l'état d'*hydrate de fer colloïdal*. Ce colloïde est *positif*, et l'hydroxyle HO *négatif* mis en présence, par perte de charge électrique, le précipite en grains très fins d'abord, qui s'agglutinent ensuite pour former des flocons de plus en plus nombreux et volumineux d'*hydrate ferrique*, qui devient ensuite de l'hydrocarbonate ferrique (ocre).

La présence de l'oxygène parmi les gaz de nos pouhons rend l'eau minérale instable, moins active pour l'usage interne et empêche la réussite de toute tentative d'exportation.

§ 3. *Hydrogène sulfuré.* Ce gaz a été signalé à l'état permanent dans un de nos pouhons, la Géronstère. Sa présence dans les autres sources de Spa a été tour à tour affirmée et niée. A. Fontan (1840) et G. Dewalque (1864) croient que l'hydrogène sulfuré ne se trouve qu'accidentellement et d'une manière intermittente dans l'eau de nos pouhons. Ces auteurs « attribuent cette formation accidentelle et intermittente d'acide sulfhydrique à la décomposition du sulfate de sodium par les matières tourbeuses, ce qui donnerait lieu d'abord à du sulfure de sodium, lequel serait ensuite décomposé par l'acide carbonique avec production d'hydrogène sulfuré [1] ». C'est aussi l'opinion des chimistes qui ont analysé nos eaux minérales en 1872.

---

[1] Rapport de la Commission de chimistes de 1872, p. 12.

On sait que les roches reviniennes sont très pyriteuses. La solubilisation dans l'eau minérale, puis la décomposition ultérieure des pyrites pourraient donner naissance à l'hydrogène sulfuré. Mais alors on ne s'expliquerait pas la présence *intermittente* de ce gaz qui, s'il n'est pas décelé par les réactifs chimiques les plus sensibles, se révèle à notre odorat à certains jours, précisément les mêmes que ceux où l'on constate le goût marécageux dû au gaz *méthane*.

Dans une source bien captée, on ne doit pas trouver l'hydrogène sulfuré, puisque l'eau superficielle qui a traversé les matières tourbeuses dont la réaction, indiquée ci-dessus, sur le sulfate de sodium détermine la production de ce gaz, ne doit pas parvenir jusqu'aux griffons bien isolés de l'eau minérale.

§ 4. L'eau minérale de nos pouhons possède une action spéciale fugitive qui résulte de plusieurs constatations.

Action catalytique. Tout d'abord, à la façon des ferments, ce n'est pas la quantité d'éléments mais la qualité de ceux-ci qui agit dans l'eau minérale. Les médicaments galéniques ont chacun une action physiologique dosée à raison de la quantité administrée. L'eau minérale, même en petite quantité, agit par l'*action de présence* des éléments qui la composent.

En effet, l'eau minérale fraîchement puisée possède une *action catalytique* bien évidente. Si à une solution d'eau oxygénée chimiquement pure — 50 centimètres cubes — on ajoute de l'eau minérale native — 10 centimètres cubes — et qu'on les laisse en contact pendant trente minutes à la température constante dans l'étuve à 38°C., on constate que l'eau minérale accélère la décomposition de l'eau oxygénée dans une proportion très forte (80 %) [1].

Radioactivité. L'eau minérale est radioactive. Cette radioactivité paraît dépendre de la présence des gaz rares : *argon*, *hélium*, *néon*, *crypton*, *xénon*. Ces gaz sont libres ou dissous dans l'eau minérale. Cependant il ne paraît pas exister de *rapport numérique fixe* entre la proportion d'hélium des sources et l'intensité même de la radioactivité (Moureu) ; il y a seulement une *relation qualitative* (P. Curie et Laborde), mais elle est *absolue* (Moureu).

---

[1] Les faits énoncés au § 4 résultent d'expériences personnelles sur le pouhon Duc de Wellington. La technique et les résultats détaillés feront l'objet d'un mémoire séparé. Les solutions colloïdales de *sulfure d'arsenic* et d'*hydrate ferrique* m'ont été fournies gracieusement pour mes expériences par le Laboratoire Clin, de Paris.

FIG. 1. — COLLOÏDES DE L'EAU MINÉRALE. POUHON DUC DE WELLINGTON (Nivezé-Spa).

Eau puisée le 27 avril 1911, à 13 heures; examinée le 28 avril, à 18 heures.

Les grands granules sont très éclairés et se présentent sous forme de comète. Vivacité très grande. Scintillement intermittent. D'autres colloïdes sont en mouvement; on les distingue avec la loupe : à l'état un peu flou, mais net. Les petits points clairs moyens paraissent être des matières précipitées; quelques-uns sont hyalins, d'autres ont une couleur roussâtre Des granules encore plus fins et très scintillants peuvent être reconnus sur le cliché avec une loupe

Ultra-microscope Zeiss. Objectif DD; oculaire à projection; agrandissement 350 fois environ.

Microphotographie : Plaques impériales, 200° H_2O, étiquette rouge, de pose anti-halo.

Pose : 14 minutes. Tirage 17 centimètres.

FIG. 2. — COLLOÏDES DE L'EAU MINÉRALE. POUHON DUC DE WELLINGTON (Nivezé-Spa).

Eau puisée le 5 avril 1911, à 8 heures; examinée le 8 avril, à 17 heures.

Granules scintillants, ce qui fait que chacun paraît entouré d'une aréole légèrement floue due aux mouvements pendant la pose. L'eau minérale est donc toujours active.

Objectif A_1; oculaire d'Huygens Tirage : 17 centimètres et pose de 8 minutes.

De l'eau minérale puisée le 5 avril 1911, à 8 heures; examinée le 28 avril avec les mêmes dispositifs; absence de scintillement des granules.

Pose de 13 heures à 15 h. 15. J'omets ici le cliché peu concluant comme tel.

(Laboratoire Pol Buss, Gand.)

[Clichés microphotographiques de MM. Robert Adan, Dr en sciences, et de. Pr. Van Duyse, de Gand.]

La présence des gaz rares (hélium et néon) a été constatée dans les gaz recueillis à la source du Tonnelet par M. le Prof^r Dewalque (Louvain) et analysés par le Prof^r Moureu.

Divers expérimentateurs auparavant ont mis en évidence la radioactivité de nos pouhons, et cette radioactivité augmentera certainement par un bon captage, isolant parfaitement les griffons et mettant l'eau minérale à l'abri de l'air et du mélange aux eaux superficielles.

État colloïdal. Si on examine l'eau native à l'ultramicroscope, on constate sur le champ noir un scintillement caractéristique et des granules très nombreux, très fins, animés de mouvements browniens, quelques-uns plus gros, indiquant qu'il s'agit d'une *solution colloïdale.* (Voir figure ci-contre.)

Ces granules ont un *signe électrique* et se transportent dans le champ du microscope sous l'action d'un courant continu d'une intensité d'une fraction d'ampère.

Floculation. L'addition à l'eau minérale de sulfure d'arsenic colloïdal (de signe négatif) la fait floculer, indiquant par là que le fer et le manganèse, colloïdes positifs, caractérisent l'eau de nos pouhons. L'hydroxyle OH négatif a la même propriété.

La radioactivité de l'eau minérale, même bien puisée et embouteillée, diminue assez rapidement, et cette diminution se caractérise par l'immobilisation d'un nombre sans cesse grandissant de granules colloïdaux qui finissent par se grouper en amas indiquant qu'ils sont précipités. Au bout d'un certain temps, *non encore calculé,* tous les granules sont immobiles, et on remarque, dans l'eau, des flocons indiquant bien que l'eau minérale a perdu une partie de ses qualités natives.

Si on expose cette eau minérale inerte ou presque au rayonnement du *bromure de radium* (radiations β), les granules colloïdaux immobiles reprennent leurs mouvements browniens et la solution trouble, sa limpidité.

On obtient le même résultat par l'action des rayons de l'*ampoule de Crookes*, en ayant soin de ne laisser agir que les rayons cathodiques analogues aux radiations β.

§ 5. *Acide carbonique.* Ce gaz est le plus important des gaz de l'eau minérale ferrugineuse. Mettant à part son influence comme tel sur la digestion et l'absorption (usage interne), c'est lui qui entraîne jusqu'au point d'émergence la plus grande partie de l'*émanation*, cause de la radioactivité, l'autre partie étant en solution dans l'eau, et les gaz rares qui en dépendent probablement.

Dans les bains carbo-gazeux (usage externe), l'action prépondérante

est due au *CO_2 radioactif;* les expériences faites à ce jour avec le CO_2 chimiquement pur dissous dans l'eau de bains carbo-gazeux artificiels ne donnent pas de résultats aussi concluants.

Quelle qu'en soit l'origine, le CO_2 radioactif de nos pouhons sert à maintenir à l'état colloïdal les métaux caractéristiques de nos eaux minérales parce qu'il est de même signe positif que le fer et le manganèse.

Il est donc important que le CO_2 reste dissous et qu'il soit en sursaturation dans nos eaux minérales, non seulement dans celles qui servent à préparer le bain carbo-gazeux, mais aussi dans celles qui servent à la cure en boisson, puisque l'action du fer et du manganèse et des autres constituants métalliques s'exerce surtout en raison de leur état colloïdal maintenu tel par CO_2.

§ 6. *Détermination des métaux.* — Pour que l'étude thérapeutique complète de nos eaux minérales soit possible, il est indispensable que tous les métaux (lourds, terreux et alcalino-terreux), même à l'état de traces, soient décelés par l'analyse. Or, cette détermination des métaux n'est pas toujours facile en raison de leur faible quantité et de leur état colloïdal. C'est Garrigou (1906) (1) qui a signalé l'importance de cette détermination.

Pour réussir, on peut employer la méthode de la dialyse ou bien celle qui consiste à opérer sur de grandes quantités prises à la source même.

Dialyse. — En faisant passer l'eau minérale sous faible pression à travers un dialyseur en collodion, on sépare les colloïdes des cristalloïdes. En calcinant le dialyseur après l'opération, on peut, dans les cendres, déceler au spectroscope la présence de métaux que l'analyse aurait méconnus.

Procédé de Garrigou (2). — Il consiste à opérer sur de grandes quantités d'eau prises à la source même et à faire agir sur elle l'hydrate de baryte qui précipite tous les oxydes métalliques, ainsi que les acides minéraux et organiques.

Le précipité est calciné et analysé.

Ce procédé a permis de déceler quarante-trois corps simples dans l'eau de sources qualifiées auparavant d'aminéralisées. Même en infini-

---

(1) Garrigou, *État colloïdal des métaux dans les eaux minérales, oxydases naturelles. Action thérapeutique.* (Arch. génér. d'Hydrologie, 1906, XVII. Paris.)

(2) Garrigou, *Gazette des Eaux*, 1901, p. 51.

tésimales quantités, ces métaux à l'état colloïdal [1] peuvent avoir une action thérapeutique encore inconnue aujourd'hui, mais probablement réelle, du fait de leur présence dans l'eau minérale (action de présence).

§ 7. *Bactériologie.* — Les eaux minérales au point de vue bactériologique doivent être stériles et pouvoir être embouteillées dans des conditions d'asepsie telles qu'elles restent stériles.

Les bactéries d'espèces banales, trouvées à l'examen, ne peuvent y avoir pénétré qu'accidentellement pendant les prises ou les manipulations de cultures.

Les bactéries ferrugineuses trouvées dans les dépôts ocreux ne doivent pas se trouver dans l'eau minérale puisée au griffon.

§ 8. *Analyse.* — L'analyse de l'eau minérale ferrugineuse des pouhons captés devra mettre en évidence :

1° La *température* de l'eau et son *débit* déduits d'observations répétées pendant un an;

2° La *composition osmotique* de l'eau minérale : a) molécules constituées; *b*) anions et cathions calculés en grammes, en millimoles et en milliéquivalents; *c*) point cryoscopique; *d*) conductivité électrique;

3° La *composition d'une solution aqueuse* de sels minéraux pouvant servir comme type de comparaison (composition hypothétique) pour la constitution chimique de l'eau;

4° Le *débit journalier total du gaz* dégagé par le pouhon et dissous dans l'eau et l'*analyse de ce gaz*;

5° La *composition chimique des dépôts* formés par l'eau minérale après la sortie du captage;

6° Les mesures de *radioactivité* des gaz, de l'eau et des dépôts;

7° L'absence de *matière organique fluorescente*;

8° L'absence de *floculation* après puisement récent, indiquant qu'il n'y a ni oxygène libre, ni eau superficielle apportant l'oxygène;

9° L'absence d'*hydrogène sulfuré* indiquant une réaction de matières tourbeuses sur le sulfate de sodium;

10° L'absence de *méthane* indiquant le mélange à l'eau minérale d'eaux superficielles ayant traversé la couverture tourbeuse des roches.

---

[1] « A l'état particulaire », suivant l'expression de P. De Heen et H. Micheels. (*Journal de Pharmacie de Liége*, déc. 1905.)

X. Stainier. — **Du rôle des variations de température dans la dynamique externe du globe.**

Lorsqu'on examine de près les innombrables phénomènes que présente, à la surface du globe, la dynamique externe, on ne peut s'empêcher d'y trouver une admirable coordination dans la poursuite d'un résultat toujours le même. Et ce résultat, il est aisé de le trouver. Tandis que chaque manifestation de l'énergie des forces internes a pour conséquence de déformer le sphéroïde terrestre et de faire naître à sa surface des inégalités, les forces dites externes poursuivent un but diamétralement opposé, celui de ramener la surface du globe à sa forme régulière en nivelant sans cesse les inégalités produites par les forces internes.

Toute l'histoire géologique de la Terre, dans le passé comme dans l'avenir, se résume dans les péripéties de la lutte sans trêve ni merci que se livrent, sur notre pauvre planète, ces deux antagonistes irréconciliables.

Pour arriver à leur fin, les agents de la dynamique externe procèdent comme de vulgaires terrassiers à qui l'on aurait confié le soin d'égaliser un terrain accidenté. Ils commencent par enlever les protubérances du terrain, et cela par toutes sortes de procédés que la Géologie classe dans le grand chapitre de l'érosion. Puis ils transportent au loin les matériaux provenant de l'érosion et, enfin, en dernier lieu, ils précipitent ces matériaux dans les dépressions de l'écorce terrestre pour les combler, produisant ainsi une dernière opération que l'on est convenu d'appeler la sédimentation.

Tout agent externe qui accomplit successivement ces trois besognes mérite d'être qualifié d'agent à cycle complet, et, dans la nature entière, nous ne pouvons en trouver que deux, d'importance d'ailleurs très inégale, méritant ce qualificatif : ce sont l'eau et le vent.

Mais à côté de ces deux grands ouvriers, il y a place, dans la nature, pour des collaborateurs. Pour n'être pas complet, est-ce à dire que leur rôle soit négligeable? Nullement. Si nous avions le temps de les suivre dans leurs manifestations, nous verrions que souvent leur utilité est indiscutable. Nous nous contenterons aujourd'hui de voir l'importance

que présente, dans ce concert d'activités tendant vers un même but, l'action des variations de température.

Il est presque inutile de le faire remarquer, ces variations n'exécutent pas les trois opérations des agents à cycle complet dont nous avons parlé plus haut. Leur rôle est plus modeste, et on peut l'envisager à deux points de vue différents :

1° Elles préparent et elles facilitent singulièrement l'action des agents à cycle complet;

2° Elles empêchent que dans certains cas spéciaux l'activité de ces agents complets ne se trouve en défaut et qu'il en résulte une lacune dans la dynamique. Ainsi elles arrivent à ce résultat, que pas un point de la surface du globe n'échappe au résultat final dont nous avons parlé plus haut. En pratique, il est impossible de séparer ces deux points de vue, et nous en aborderons l'étude simultanément.

C'est presque uniquement par rapport à l'érosion que le rôle des variations de température mérite d'être étudié, mais là, nous allons le prouver, ce rôle est capital.

Lorsque l'eau ou le vent se mettent à faire de l'érosion, il est superflu de faire remarquer que le résultat final variera dans d'énormes proportions suivant qu'ils se trouveront en présence de reliefs constitués par des terrains meubles ou par des roches dures et cohérentes.

Dans ce dernier cas, pendant très longtemps, toute l'énergie mécanique dont ils disposent devra être, au préalable, dépensée pour transformer ces roches dures en roches meubles, car celles-ci seules peuvent être entraînées au loin. On conçoit donc aisément que tout phénomène qui, avant l'action de l'eau ou du vent, aura transformé des roches cohérentes en roches meubles, aura par cela même singulièrement facilité leur action.

Comme nous allons essayer de le montrer, les variations de température, soit qu'elles agissent seules, soit en présence de l'eau, sont un des nombreux moyens dont dispose la nature pour transformer les roches dures en roches meubles. Voyons quel est le mécanisme de cette transformation, d'abord sous l'influence des variations de température agissant seules.

§ I. — Phénomènes produits par les seules variations de température.

Lorsque des roches absolument pures et homogènes subissent des changements de température, elles n'en éprouvent qu'une influence

pratiquement négligeable. Mais les roches absolument pures n'existent pour ainsi dire pas dans la nature. L'immense majorité est formée d'éléments hétérogènes et présentant des coefficients de dilatation ou de contraction inégaux. Lors donc que des roches hétérogènes se dilatent ou se contractent, tous les constituants de ces roches ne subissent pas la même influence et n'exécutent pas la même somme de mouvement. Il en résulte fatalement des tiraillements provoquant, à la longue, la disparition de la cohérence des roches et amenant leur ameublissement. Si dans la célèbre procession dansante d'Echternach tous les participants n'exécutaient pas leur mouvement de va-et-vient avec la même vitesse ou ne faisaient pas tous le même nombre de pas, évidemment la procession se disloquerait bien vite et se transformerait en une cohue sans nom.

Il découle de ce que nous avons dit, que la dislocation des roches dures sera d'autant plus rapide et plus complète que les variations de température seront plus grandes, plus fréquentes et plus brusques, car alors les tiraillements seront plus intenses et plus fréquents.

Il n'y a pas un point de la surface du globe qui soit soustrait aux changements de température, mais tous les points n'y sont pas soumis d'une façon égale, quoiqu'il y ait, sur notre globe, de puissants agents de régularisation de la température. Parmi ces agents, nous pouvons citer en toute première ligne l'atmosphère et la vapeur d'eau. Par leur grand pouvoir diathermane, ces deux gaz tempèrent dans d'énormes limites les modifications que produiraient sans cela les saisons, les jours et les nuits dans notre seule source de chaleur, les rayons solaires. Le rôle protecteur du couvert de la végétation sur les roches, tout en étant bien moins important que celui de l'air et de la vapeur d'eau, n'est cependant pas négligeable. Enfin, comme agent régularisateur nous citerons encore l'anhydride carbonique de l'air dont les recherches du célèbre physicien Arrhénius ont naguère montré le grand pouvoir diathermane [1].

Dans tous les endroits où ces modérateurs des extrêmes de température font défaut ou existent en moins grande quantité qu'ailleurs, il doit en résulter fatalement des climats extrêmes.

---

[1] Nous faisons abstraction ici d'un facteur bien connu de régularisation du climat, le voisinage de l'océan et des grands courants marins. Ce facteur agit surtout en effet pour atténuer les variations saisonnières. Or, celles-ci ne se produisant que deux fois par an et avec toutes les transitions possibles, sont incomparablement moins efficaces que les modifications brusques et répétées de température que nous étudions ici.

A ce point de vue, il y a deux types de régions du globe qui se font remarquer; ce sont : 1° les déserts; 2° les hautes altitudes. Nous allons successivement étudier ces deux régions et voir les phénomènes qui s'y passent au sujet de ce qui nous occupe.

A. — *Déserts.*

Ce qui caractérise essentiellement les déserts, c'est l'absence ou la rareté de l'eau; aussi l'atmosphère des déserts se fait-elle remarquer par sa sécheresse parfois extraordinaire. De plus, la végétation nulle ou réduite à peu de chose laisse les sols exposés, pendant le jour, sans aucun obstacle, aux rayons brûlants du soleil, et pendant la nuit aux effets du rayonnement dans l'espace.

La résultante de tout cela, c'est que dans les déserts, et spécialement dans ceux des régions tropicales, les variations diurnes de température peuvent atteindre des amplitudes étonnantes et arriver communément aux chiffres de 50 degrés et plus. Si nous ajoutons à cela que, les crépuscules étant extrêmement réduits, l'on passe brusquement, dans ces déserts, d'une température très élevée à une température fort basse et réciproquement, on comprendra sans peine que nous trouvions réunies dans ces régions les variations fréquentes et brusques capables d'affecter au plus haut degré la cohérence des roches. J'ai déjà eu l'occasion ailleurs d'exposer les effets que produisent sur les rochers du Sahara les phénomènes que nous étudions ici. Nous n'aurons donc plus à y revenir [1]. Nous nous contenterons de dire que sous leur influence les rochers les plus résistants s'effritent, s'émiettent et sont remplacés, sur d'énormes surfaces, par des dépôts meubles.

C'est alors que l'on peut commencer à entrevoir l'importance des phénomènes provoqués par les changements de température. Dans les déserts, l'eau, le seul agent externe capable de venir à bout des rochers, fait défaut, et son rôle est repris par le vent. Celui-ci est pour ainsi dire incapable d'une action directe sur les rochers; mais il n'en est plus de même lorsque ceux-ci, sous la puissante étreinte des tiraillements intermoléculaires, sont réduits à l'état de roches fragmentaires et meubles. Alors le vent a beau jeu, et, lorsque l'impétueux simoun souffle en tempête sur le Sahara, il peut sou-

---

[1] Cf. X. Stainier, *Du mode de formation de la grande brèche du Carbonifère.* (Bull. Soc. belge de Géol., t. XXIV, 1910, Proc.-verb., p. 188.)

lever des nuages de poussière et de pierrailles et les entraîner au loin dans les dépressions de l'écorce terrestre. Il y a plus. Si le vent, seul, est sans action sur les roches dures, il n'en est plus de même lorsqu'il véhicule du sable et des pierrailles avec une grande vitesse. Si l'on peut par des jets de sable violents user et strier des lames d'acier pour les transformer en limes, rien d'étonnant que le vent du désert chargé de particules solides puisse user, polir et strier les rochers, et produire à leur surface ces curieux dessins que les explorateurs ont signalés à l'envi.

Et voilà par quel concours de phénomènes les déserts que leurs conditions physiques si spéciales semblaient mettre à l'abri des agents de la dynamique externe n'échappent pas non plus aux grandes opérations dont la surface du globe nous montre partout le spectacle.

Mais ce n'est pas encore là le seul aspect sous lequel on puisse envisager l'empreinte des variations de température dans les régions désertiques.

L'eau est un agent d'une telle puissance que même elle agit, par son absence, dans les déserts. Mais il n'y a rien d'immuable dans la nature.

Telle région absolument désertique peut plus tard, par le jeu des balancements continuels de l'écorce terrestre, s'affaisser et rentrer dans le domaine de la mer. Ou bien un changement dans les conditions de climat peut y ramener les pluies et le régime d'eaux courantes qui en est la conséquence. Dans ces deux cas, les énormes amas de terrains meubles que le climat désertique aura, durant des siècles, accumulés à la surface du sol fourniront à l'eau une proie facile, et, trouvant une bonne partie de sa besogne toute faite, l'eau n'aura plus qu'à entraîner ces matériaux meubles et à les déposer pour constituer de puissants dépôts sédimentaires dont la structure tout à fait particulière dénotera l'origine spéciale.

C'est en effet par le mécanisme que nous venons d'indiquer que nous avons cherché à expliquer la formation de la roche qu'on appelle la brèche et qui forme dans le Calcaire carbonifère belge des gîtes si curieux, comme d'ailleurs dans bien d'autres terrains. (Cf. *Op. cit.*)

Depuis la publication de cette note, j'ai pu m'assurer qu'avant moi d'autres auteurs avaient déjà cherché à expliquer la formation si énigmatique de la brèche par l'influence de la température. Dans un remarquable travail, en 1902, T. G. Bonney a décrit un grand nombre de brèches d'Angleterre, d'Europe et d'Asie, d'après ses observations personnelles ou celles d'autres savants, et il a insisté avec soin sur

toutes les particularités que présentent ces brèches et qui peuvent servir à élucider leur origine [1]. Ces brèches appartiennent soit à l'époque actuelle, soit à des âges géologiques très différents. M. Bonney a rappelé que la plupart des auteurs avaient attribué leur formation à l'action de froids rigoureux, de la neige, des glaciers ou des glaces flottantes. C'est dans le même ordre d'idées que, se basant surtout sur l'étude des brèches récentes de la Perse, il cherche à expliquer le mode de formation des brèches en général. Il ne se dissimule pas cependant que, tout au moins pour beaucoup de brèches anciennes, il est difficile d'intercaler des épisodes glaciaires dans des terrains dont la faune et la flore dénotent des conditions tout autres qu'un climat glacial. Comme on le voit, la question n'est autre que celle de l'existence de glaciers permiens pour expliquer l'origine des brèches permiennes du centre de l'Angleterre. Cette question a fait couler des flots d'encre sans que l'accord soit parvenu à se faire.

Nous pensons qu'en fait de brèche, comme en beaucoup d'autres sujets, il faut distinguer. Il peut y avoir toutes sortes de brèches d'origines bien différentes. Lorsque nous parlerons plus tard de l'action combinée du froid et de l'eau, nous montrerons qu'elle peut produire des roches bréchiformes, comme on peut le voir dans la nature actuelle. Mais nous pensons qu'un des mérites de l'hypothèse que nous avons émise, c'est de montrer que d'autres agents que l'action seule du froid peuvent expliquer la formation non seulement des roches bréchiformes, mais aussi de roches à enclaves de minéraux dont nous dirons tantôt un mot.

Pendant longtemps il a été de mise, en géogénie, de faire appel, pour expliquer des formations mystérieuses, à l'action des glaciers ou des phénomènes glaciaires. C'est ainsi qu'on en était arrivé à supposer l'existence non seulement de glaciers permiens, mais de glaciers devoniens et même précambriens [2]. On en avait été conduit là, non seulement par la nécessité d'expliquer la formation de certaines brèches, mais aussi pour rendre compte de la présence, au sein de roches arénacées, de fragments de feldspaths d'origine incontestablement détritique. Or, dans quelques terrains anciens, ces feldspaths se

---

[1] T. G. Bonney, *On the relations of certain breccias to the physical geography of their age.* (Quart. Journ. Geol. Soc. of London, t. LVIII, 1902, p. 185.)

[2] W. Mackie, *The feldspaths present in sedimentary roks as indicators of the conditions of contemporaneous climate.* (Trans. Geol. Soc. of Edinburgh, t. VII, 1899, p. 443.)

montraient avec des formes absolument anguleuses et un état de fraîcheur excluant complètement l'intervention de l'eau comme agent d'érosion, aussi bien au point de vue mécanique qu'au point de vue chimique. En présence de l'eau, en effet, ces grains de feldspath auraient inévitablement montré des formes arrondies et des traces plus ou moins accusées de kaolinisation dans les conditions ordinaires de l'action de l'eau. Aussi, pour expliquer la présence de tels grains de feldspath, M. Mackie (cf. *Op. cit.*) n'avait pas hésité à faire intervenir des phénomènes de glaciation afin d'expliquer la formation des arkoses de l'Old red sandstone (Devonien) et du grès de Torridon (Précambrien), sans se soucier des contradictions flagrantes que de tels phénomènes impliquent avec la faune et la flore de ces terrains.

De même M. J.-F. Blake n'a pas hésité à considérer comme due à des causes glaciaires une brèche du Jurassique supérieur du Sutherland (1). Il compare les conditions existant à l'endroit où s'est formée cette brèche à celles que l'on rencontre, de nos jours, dans la baie de Smith ou à l'île Melville, et cependant cette brèche contient de nombreuses empreintes de cycadées et des masses de polypiers constructeurs (Isastrea).

M. Penck, antérieurement, avait expliqué beaucoup plus logiquement la formation des arkoses du grès de Torridon, en admettant que c'était une formation continentale désertique produite sous un climat qu'il assimilait à celui de la presqu'île de Sinaï (2). C'est de la même façon aussi que M. Judd a cherché à expliquer la présence de grains de feldspath anguleux et frais dans les alluvions du delta du Nil (3). Puis M. Goodchild a de même expliqué les caractères si particuliers de certaines roches de l'Old red sandstone et du Trias d'Angleterre par la présence de climats désertiques durant ces périodes, et il a appuyé ses conclusions non seulement sur la présence de ces arkoses, mais sur beaucoup d'autres caractères très judicieusement tirés de l'observation des déserts actuels, notamment de la formation des oxydes de fer si abondants dans les terrains en question (4). Enfin les observations de M. J. Walther dans les déserts et les conclusions qu'il en a tirées pour

---

(1) Cf. *On the Sutherland breccia-beds.* (Quart. journ. Geol. Soc., t. LXVIII, 1902, p. 290.)

(2) Cf. *Zeitschr. der Gesellsch. für Erdkunde,* t. XXXII, 1897.

(3) Cf. *Proceed. of the Royal Society,* t. XXXIX, 1885, p. 213.

(4) J.-G. Goodchild, *Desert conditions in Britain.* (Trans. Soc. of Geol. Edinburgh, t. VII, 1899, p. 203.)

les théories géogéniques sont trop connues pour qu'il soit nécessaire de les rappeler[1]. Comme on le voit, je n'ai pas eu le mérite de la nouveauté en proposant ma théorie de la formation des brèches carbonifères belges. Je n'ai fait que suivre et développer les principes exposés par ces savants devanciers et les appliquer dans mon pays [2].

Je suis convaincu que l'on pourra dans l'avenir, en tenant compte des phénomènes produits par les variations de température, expliquer la formation de beaucoup de roches énigmatiques [3].

---

(1) J. Walther, *Die Denudation in der Wüste und ihre geologische Bedeutung.* (Abhandl. der math.-phys. Classe der kön. sachs. Gesellsch. der Wissensch., t. XVI, Leipzig, 1891.)

(2) Dans une note consacrée à l'étude du Calcaire carbonifère belge, M. H. de Dorlodot (Cf. *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXIV, 1910, Proc.-verb., p. 280) examine la théorie que nous avons émise pour expliquer la formation de la grande brèche du Carbonifère belge. N'admettant pas la possibilité de réalisation de conditions de climat désertique pendant l'époque carbonifère chez nous, conditions par lesquelles j'explique la formation de la brèche, il cherche à l'expliquer par un autre processus.

Le débitage du calcaire, indispensable et préalable à l'action mécanique de l'eau, il le comprend ainsi : « L'imprégnation par l'eau, suivie d'une rapide dessiccation, peut produire des effets analogues, et même l'action solaire seule produit sur les bords de la mer une action identique à celle qu'elle produit dans les déserts. » M. de Dorlodot serait, je pense, bien embarrassé de citer à l'appui de ce qu'il énonce un seul fait d'observation. Ce qu'il dit de l'action solaire seule au bord de la mer est absolument ce que j'ai dit pour les déserts. Il n'y a rien qui ressemble autant à un désert que certains rivages de la mer, et le Sahara notamment longe la mer sur une étendue énorme. Quant au pouvoir de débiter des calcaires cohérents en morceaux par leur imprégnation d'eau suivie d'une rapide dessiccation, c'est une pure impossibilité. Des centaines de fois par an, dans notre propre pays, des façades en pierre de taille calcaires présentent une imprégnation par l'eau de pluie suivie d'une rapide dessiccation. Qui a jamais vu que ce phénomène désagrégeait ces pierres? Au contraire, tant qu'il ne s'agit que de l'action de la chaleur, l'imprégnation de la roche par l'eau empêche sa désagrégation. En effet, l'évaporation et la dessiccation produisant, surtout lorsqu'elles sont rapides, un abaissement de température, modèrent l'action calorifique et les variations brusques qui en découlent et qui sont, comme nous venons de l'exposer, un si puissant facteur de désagrégation.

M. M. Lohest (Cf. *A propos des brèches carbonifères.* [Ann. Soc. géol. de Belgique, t. XXXVIII, 1911, Bull., p. 220]) a, à juste titre, rappelé que les argiles rubéfiées qui englobent les fragments de certaines brèches carbonifères belges, sont une preuve de l'origine subaérienne et désertique de ces brèches. M. Goodchild a développé la même thèse dans son ouvrage précité que je considère comme un de ceux qui ont le mieux saisi la géogénie des déserts et de leurs formations si spéciales.

(3) Les curieuses roches sparagmitiques du Précambrien de Norwège par exemple.

B. — *Hautes altitudes.*

Le sommet des très hautes montagnes semble défier l'action des agents de la dynamique externe. La nature a eu beau placer dans les montagnes deux de ses ouvriers les plus actifs, les glaciers et les torrents, la pesanteur les maintient dans les vallées, laissant hors de portée les cimes sourcilleuses dont la majesté immuable semble placée là pour donner à l'homme, au milieu des incessantes agitations de la terre, le contraste du calme imposant de la nature.

Il y a donc bien là, semble-t-il à première vue, une lacune dans le cycle des opérations des forces externes, et cette lacune paraît d'autant plus criante que c'est justement là où existent ces puissants reliefs que devrait s'exercer le plus énergiquement le rôle niveleur et égalisateur de ces forces externes.

C'est pour combler cette lacune que précisément là vont agir, avec le plus de puissance, les influences des variations de température.

Le climat des hautes altitudes présente des caractéristiques spéciales. L'atmosphère, il est inutile de le démontrer, s'y montre extrêmement raréfiée, et son pouvoir protecteur s'y montre réduit d'autant. De plus, passé une certaine altitude, variable suivant les régions, l'atmosphère y est extraordinairement sèche. C'est un fait bien connu depuis l'installation d'observatoires au sommet des montagnes, notamment au sommet du Mont-Blanc où l'on a pu constater que l'atmosphère des hautes altitudes est bien autrement sèche que celle des déserts les plus secs.

L'absence ou la faiblesse de ces deux grands agents régulateurs de la température crée, pour les hautes altitudes, des conditions que connaissent tous les alpinistes et qui se caractérisent surtout par des variations thermométriques encore autrement fortes et brusques que celles que l'on observe dans les déserts. Pour peu que l'on ait fait une ascension assez élevée, on aura pu constater que si l'on monte exposé aux rayons du soleil, la chaleur est accablante, et, les efforts nécessités par la marche aidant, on est rapidement en nage. Vient-on, dans la marche, à passer à l'ombre d'un rocher, sans transition, on se trouve plongé dans une température glaciale. Les mêmes influences doivent naturellement agir sur les roches constituant le massif montagneux. Des surfaces rocheuses que leur forte pente met à l'abri du manteau de neige, surfaces souvent constituées de roches de couleur sombre, sont-elles orientées vers le soleil, elles sont soumises, durant le jour,

à une insolation que rien ou presque rien ne vient tempérer, et leur température s'élève énormément au-dessus de celle de l'air ambiant. Brusquement, à la tombée du jour, ces mêmes roches sont soumises à une température très basse que ne connaissent pas les déserts tropicaux. Souvent même, au cours de la journée, la marche du soleil autour de l'horizon amène, par le jeu des ombres signalé plus haut, des variations encore plus brusques et plus fréquentes. Ce que nous avons dit à propos de l'action des variations thermométriques dans les déserts laisse assez prévoir que sur le sommet des hautes montagnes la désagrégation des roches sera bien autrement active. Comme des ascensions sur le versant italien des Alpes nous l'ont montré, on voit, dans ces conditions, se former sur la pente des montagnes, en dessous de ces fortes pentes rocheuses, d'énormes accumulations d'éboulis constitués par des matériaux anguleux aux dimensions les plus variables. Ce sont ces accumulations que l'on appelle sur ce versant italien des *clapey*, mot correspondant au mot *clapier* usité sur le versant des Alpes, en certains endroits du Dauphiné et de la Savoie.

Ces accumulations, bien connues des alpinistes, opposent de grands obstacles à la marche, car elles se présentent généralement avec des surfaces extrêmement rugueuses et inégales, et de plus, leur état d'équilibre étant très instable, elles s'éboulent sous le pied des ascensionnistes, et leurs éléments dévalent avec rapidité, rendant la marche pénible et dangereuse. Par suite de ce manque d'équilibre, à tout moment, ces accumulations se mettent en mouvement sous l'action de la pesanteur et, dégringolant les pentes, arrivent dans les régions où elles sont saisies par les avalanches.

Dans nos pays de plaines, il est impossible de se faire une idée du rôle actif joué par les avalanches, mais qui a eu l'occasion de les voir fonctionner dans les montagnes, comprendra que, une fois saisis par la puissante étreinte de ces avalanches, les blocs des *clapey* sont rapidement entraînés soit dans les glaciers, soit dans les torrents, et qu'alors leur destinée est certaine.

Les matériaux des *clapey* qui tombent hors d'atteinte des avalanches, sur les pentes que leur exposition ou leurs faibles pentes préservent de ces phénomènes grandioses, ces matériaux, dis-je, n'échappent point à leur sort. Ils s'enterrent dans la neige, puis dans le sol meuble, et, par un phénomène de lente progression que nous étudierons au second paragraphe de notre étude, ils finissent par arriver à leur tour dans les glaciers ou les torrents. En examinant des photographies de montagnes, on y retrouvera presque toujours, sur leurs flancs, les

traînées sombres caractéristiques de ces *clapey* étendues sur les pentes comme des tapis allongés aux surfaces chagrinées, et l'on pourra ainsi se rendre compte de la généralité des phénomènes que je viens de décrire et de leur importance dans la physiographie du globe. On se convaincra aussi, par l'étude de ces phénomènes, du caractère inéluctable de cette loi égalitaire qui veut que pas un grain de sable ne soit soustrait à la gravitation qui tend sans cesse, pour maintenir ses droits, à détruire les protubérances de l'écorce terrestre pour en combler les dépressions.

Nous verrons plus loin comment les phénomènes que nous venons d'étudier sur les flancs des montagnes, peuvent prendre une amplitude encore plus grande par l'intervention d'un autre facteur, l'eau.

2. — Action combinée du froid et de l'eau.

Lorsque des roches meubles ou cohérentes imbibées d'eau se trouvent soumises à l'action de la gelée, il en résulte des phénomènes de désagrégation rapide, et cela par suite d'une propriété bien remarquable de l'eau. Celle-ci possède en effet cette propriété presque unique d'avoir son maximum de densité à 4° et de se dilater par conséquent lorsqu'elle se refroidit au-dessous de cette température et lorsqu'elle se congèle. Par contre, les roches dans lesquelles se trouve l'eau se contractent toutes dans les mêmes conditions. Si des roches cohérentes sont susceptibles, comme nous l'avons vu au paragraphe précédent, de se désagréger simplement par le déplacement inégal de leurs particules lors des dilatations ou des contractions, combien cette désagrégation doit être plus rapide lorsqu'il s'agit, non plus d'une différence de déplacement dans le même sens, mais d'une différence dans le sens même du mouvement. Si un cortège composé de gens marchant à une vitesse inégale finit par se disloquer, cette dislocation serait bien plus rapide si ses membres marchaient en sens opposé.

L'action combinée de l'eau et du froid joue donc, pour les pays tempérés et froids, le même rôle, mais encore plus actif que les variations thermométriques dans les climats désertiques tropicaux.

Nous allons passer en revue les différents aspects de cette action de l'eau et du froid.

A. — *Action sur les roches cohérentes.*

La propriété que présentent les roches cohérentes de se déliter sous l'action combinée de la gelée et de l'eau offre une très grande

importance au point de vue des matériaux de construction. L'étude de cette propriété qu'on appelle la gélivité, des méthodes qu'on emploie pour la déterminer, des conséquences pratiques que l'on doit en tirer dans les arts, tout cela nous entraînerait fort loin dans le domaine de la technologie. Voulant rester dans le côté géologique de la question, il nous suffira de dire que l'intensité de ce phénomène et sa généralité, dans les régions où se fait sentir l'action du froid, en font un des plus puissants facteurs de désagrégation des roches dures et partant un des adjuvants les plus actifs de l'action érosive des eaux courantes.

Il est à peine nécessaire d'ajouter que dans les régions polaires, là où l'eau ne fait jamais défaut et où la gelée atteint une intensité extraordinaire, les phénomènes que nous étudions doivent présenter une amplitude dont nous avons peine à nous faire idée. Quelques explorateurs polaires ont noté, dans leurs récits de voyage, la rapidité avec laquelle fonctionne la désagrégation des escarpements rocheux au delà du cercle polaire (1).

B. — *Action du froid et de l'eau sur les sols meubles peu inclinés.*

Dans les terrains perméables et meubles, l'abondance des précipitations pluviales peut, pendant les mois froids de l'année, déterminer des accumulations notables d'eau. Si la gelée survient, cette eau se dilatant et la roche meuble n'opposant aucune résistance, le sol va se gonfler vers le haut, seule direction libre. L'intensité du gonflement sera naturellement proportionnelle à l'intensité de la gelée, à la profondeur à laquelle la gelée se fera sentir et à l'abondance de l'eau. Tant que le sol meuble est gelé, sa cohérence est naturellement fort augmentée. Mais survienne le dégel. L'eau va fondre et s'écouler vers le bas, tandis que les particules solides devenues libres par la disparition du ciment et fortement écartées par le gonflement ne constitueront plus qu'un sol considérablement ameubli(2). Tout le monde sait combien, au dégel,

---

(1) Cf. Garwood, *Quart. Journ. Geol. Soc.*, 1899, p. 683 (Spitzberg). — Feilden, *Ibidem*, 1878, p. 564 (Groenland occid.).

(2) C'est à des phénomènes produits par les gelées et les pluies qu'il faut attribuer le fait sur lequel repose la croyance, très répandue à la campagne, que les pierres poussent. Un cultivateur qui aura soigneusement extirpé toutes les pierres éparses sur son terrain, sera très étonné, au bout de quelque temps, de voir ce

il est pénible de circuler sur des terrains meubles où l'on enfonce avec la plus grande facilité, phénomène qui oblige à arrêter la circulation sur les routes pavées si l'on veut empêcher qu'elles soient complètement défoncées par le charroi. On sait aussi que c'est à ce moment de l'année que des pluies copieuses ou des fontes précipitées de neige ont pour résultat d'exalter l'action des eaux sauvages et de faire déborder les cours d'eau.

C'est à ce moment, où les eaux courantes sont le plus abondantes, que les sols sur lesquels elles circulent sont donc le moins capables de leur opposer de la résistance. Quoi d'étonnant donc que ce soit aussi à ce moment que le pouvoir érosif des eaux courantes soit porté à son maximum? On n'ignore pas que c'est en temps d'inondation que les eaux des cours d'eau sont le plus chargées de sédiments. Les recherches de MM. Spring et Prost sur le cours de la Meuse, en 1883, ont mis ce fait en pleine lumière, en montrant que si la Meuse, aux basses eaux de l'été, ne charrie que 1 à 2 grammes de matière solide par mètre cube, cette quantité a monté à 417 grammes à la suite d'une crue du fleuve [1].

Pour d'autres fleuves, des études similaires ont montré des divergences plus profondes encore. On voit donc dans quelle énorme proportion les phénomènes que nous examinons contribuent, concurremment avec d'autres, à augmenter l'énergie du travail produit par l'eau.

Mais ce n'est pas la seule face de la question. Par un concours de circonstances, bien rare il est vrai, le froid et l'eau peuvent, en pays de plaines à sol meuble, déterminer l'apparition du phénomène si actif de l'inondation qu'elles connaissent si rarement.

---

terrain aussi couvert de pierres qu'auparavant. Pour lui l'explication la plus simple, c'est que de nouvelles pierres ont poussé et grandi sur ce terrain. La véritable explication est naturellement tout autre.

Dans un sol meuble contenant des pierrailles dans toute son épaisseur, sauf à la surface qui vient d'en être purgée, la gelée et l'eau déterminent pendant l'hiver un fort soulèvement. Au dégel, le sol gonflé se tasse. Les particules les plus petites, plus mobiles, comme dans tout tassement, glissent entre les interstices des cailloux et vont s'accumuler vers le bas, les cailloux restent au-dessus. Ce classement est encore accéléré par l'action des pluies du printemps, et voilà pourquoi, pendant un certain laps d'années du moins, de nouvelles provisions de pierres viennent sans cesse encombrer le terrain malgré les efforts du cultivateur.

(1) Cf. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XI, Mém., p. 169.

Deux fois de suite, dans notre pays, la Basse-Belgique, où les inondations sont si exceptionnelles, a vu se produire de désastreuses crues, même de ses cours d'eau les plus insignifiants. A la fin des hivers de 1890-1891 et 1891-1892, il s'est produit dans ces régions des inondations comme il ne s'en était plus produit de mémoire d'homme, et résultant des circonstances suivantes. Au commencement de l'hiver, de fortes gelées se produisant sur les sols non protégés par de la neige avaient durci ceux-ci jusqu'à une grande profondeur. Plus tard, d'épaisses couches de neige étaient venues recouvrir les terrains gelés. Lorsque le dégel survint au printemps, accéléré par des pluies chaudes, la fusion des neiges et la pluie donnèrent naissance à d'énormes volumes d'eau, qui, ne pouvant pénétrer dans le sol imperméabilisé par la gelée, affluèrent de tous côtés dans les cours d'eau et provoquèrent partout de désastreuses inondations charriant naturellement des quantités exceptionnelles de sédiments.

C. — *Action du froid et de l'eau sur les sols meubles en pente.*

Depuis longtemps on a remarqué que la couverture meuble des sols en pente descend le long de ces pentes, avec lenteur, mais d'une façon irrésistible qui l'a fait comparer par certains à un véritable glacier terreux (*earth-glacier*) (1).

Ce phénomène, reconnu un peu partout (2), de même que les bouleversements superficiels des strates de roches dures dont nous parlerons tantôt, a été expliqué de diverses façons, et naturellement on n'a pas manqué de recourir à l'intervention des glaciers. Il était réservé à M. Davison de donner une explication plausible de cette descente, comme je l'ai montré jadis dans un compte rendu de son travail (3).

---

(1) Kerr, *Amer. Journ. of Science and Arts*, 3e série, t. XXI.

(2) Coppington, *On soil-cap motion*. (Quart. Journ. Geol. Soc., t. XXXVII, 1881.) — Eccles, *On superficial curvature of Beds near the surface*. (Trans. Geol. Soc. of Manchester, t. VIII.) — Thomson, *The movement of the soil-cap*. (Nature, t. XV, 1877, p. 359.)

(3) Davison, *Geolog. Magazine*, juin 1889. — X. Stainier, *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XVI, Bull., 1889, p. 82.

Voici l'explication théorique qu'a proposée M. Davison, explication qu'il a d'ailleurs corroborée par des expériences de laboratoire :

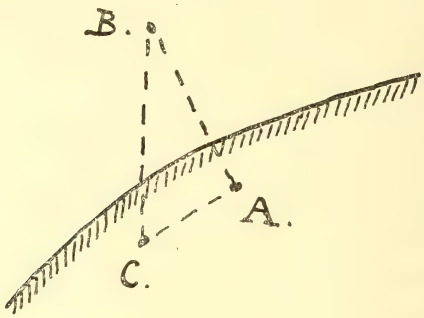


Fig. 1.

Supposons un sol en pente, meuble, et suivons une particule A de ce sol supposé imbibé d'eau et soumis à l'action de la gelée. Sous l'action de la dilatation de l'eau par le froid, la particule A va se mettre en mouvement. Comme toutes les particules voisines exécutent les mêmes mouvements et exercent les unes sur les autres des pressions qui s'équilibrent, le seul chemin qui reste libre c'est la normale à la surface, et la particule A va parcourir le chemin AB. Au dégel, les eaux, causes du phénomène, fondent et disparaissent. La particule A, libre, sans contact avec ses voisines et obéissant à la pesanteur, ne reprendra pas son chemin primitif, mais tombera suivant la verticale BC. La résultante, c'est qu'après l'opération la particule A aura parcouru un chemin AC dans le sens de la pente. Comme on peut tenir le même raisonnement pour chacune des particules du sol, on voit pourquoi celui-ci se déplace d'une pièce.

Comme le montre la figure, trois facteurs peuvent faire varier le phénomène : 1° l'intensité de la gelée, qui, en augmentant la droite AB, augmentera corrélativement la droite AC; 2° l'abondance de l'eau, qui agira dans le même sens, et 3° l'amplitude de la pente, qui, en faisant varier l'angle ABC, fera varier le côté AC opposé à cet angle.

La descente d'une couverture parfois épaisse du sol est un fait qui présente une grande importance en pratique, pour l'agriculture, pour l'exécution de travaux d'art, tranchées, constructions, etc., à flanc de coteau. C'est un phénomène très nuisible et qu'il importe de bien connaître pour pouvoir lutter contre lui avec espoir de succès. A ce

point de vue, on peut remarquer que parmi les trois facteurs du phénomène cités plus haut, il en est un, la pente, vis-à-vis duquel nous sommes, en général, impuissants; mais nous ne sommes pas sans action sur les deux autres. Par des drainages et des assainissements, nous pouvons faire disparaître l'excès d'humidité, et, en couvrant le sol d'une végétation touffue et permanente, on modère, comme on le sait, dans de très fortes proportions, l'influence de la gelée sur le sol. La présence de végétations touffues, surtout de végétations arborescentes, aux racines puissantes, aura de plus comme effet de lutter directement contre le gonflement du sol fixé solidement par les racines.

Ce déplacement du sol superficiel est beaucoup plus important et plus général qu'on ne le pense, surtout dans notre pays. Il y a déjà bien des années cependant que G. Dewalque a attiré l'attention sur ces déplacements et montré l'intérêt qu'il y aurait à les étudier [1]. Certes, il est souvent difficile d'apprécier ces mouvements lents sans des observations très précises, mais nous avons pu nous convaincre que dans de très nombreux cas leur étude est très aisée. Ainsi, dans la Haute-Belgique, où ces phénomènes sont surtout fréquents, il n'est pas rare de voir des couches épaisses de sols détritiques, aisément reconnaissables au point de vue de leur origine, être entraînées loin de leurs roches mères. Un cas fréquent est de voir les calcaires du Dévonien moyen, logés dans les dépressions, couverts de couches épaisses d'argile que leur couleur rouge amaranthe et leurs blocaux de grès et de poudingue de même teinte trahissent comme provenant incontestablement des sommets voisins constitués par les strates du Dévonien inférieur (Burnotien). A ne juger que d'après les apparences superficielles, il eût été facile de se tromper sur la nature des roches sous-jacentes à ces argiles rouges, et d'aucuns s'y sont laissé prendre.

Un des incidents les plus curieux de ce déplacement du sol, c'est la progression souvent par rotation que présentent des blocs considérables de roches dures gisant à la surface du sol en mouvement. De là vient le nom, fréquemment appliqué à des pierres légendaires, de « Pierre qui-tourne ». A certains repères imperceptibles, mais que découvre la sagace observation des gens du terroir, ils ont parfaitement reconnu que ces pierres tournent. Je connais, pour ma part, deux pierres portant ce nom. L'une est un énorme cylindre d'arkose gedinnienne visible sur la pente au Sud du hameau de Boutonville (Baileux),

---

[1] Cf. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. I, 1874, Bulletin, p. 79.

renseigné d'ailleurs sur la Carte de l'état-major. L'autre est formée de grès bruxellien et gît sur la pente du terrain houiller à l'Ouest de Spy, sur le flanc Nord d'un ravin qui se jette dans l'Orneau en aval des célèbres grottes de Spy.

La descente lente de ces blocs se fait bien par rotation et son mécanisme est aisé à saisir. C'est le même que celui bien connu qui sollicite à tomber vers le Sud un mur orienté Est-Ouest. Lorsque le sol meuble se congèle, il se soulève avec le bloc qu'il supporte. Lors du dégel, la partie tournée vers le Midi dégèle plus vite, d'autant plus que le bloc protège le sol du dégel, de l'autre côté, par son ombre. La pression exercée sur le côté non encore dégelé n'étant plus contrebalancée de l'autre côté, il en résulte une poussée qui sollicite le mur à tomber ou le bloc à avancer. Si le bloc est situé sur un sol en pente, la descente du sol superficiel vient encore accélérer le phénomène. C'est de cette façon que l'on peut expliquer la progression de la pierre-qui-tourne de Spy située sur une pente orientée vers le Sud. Il n'en est pas de même de la pierre de Baileux, qui repose sur une pente orientée vers le Nord et où, par conséquent, la descente du sol peut seule expliquer la progression, l'autre phénomène qui amènerait un mouvement vers le Sud tendant plutôt à faire remonter le bloc contre la pente, si l'influence de la pente n'était pas plus énergique.

D. *Action combinée du froid et de l'eau sur les roches dures en pente.*

Dans nos contrées froides et humides, c'est un fait fréquent de voir les bancs de roches cohérentes qui viennent affleurer sur des terrains en pente, présenter au voisinage de la surface un reploiement plus ou moins accentué, dans le sens de la pente. Attribué à la pression des glaciers dévalant le long des pentes, ce fait est dû à des causes tout autres. On pouvait déjà le soupçonner en constatant que très fréquemment, dans les vallées, le reploiement se fait toujours vers l'axe de la vallée, tandis que, dans les vallées, la progression des glaciers se fait toujours parallèlement à l'axe de la vallée et aurait donc dû produire un reploiement à angle droit avec celui que l'on observe. En fait, ce reploiement est uniquement dû à l'action de la gelée et de l'eau. Cette action produit, sur la partie superficielle des roches, un entraînement dans le sens de la pente, comme nous l'avons vu au cas précédent, mais ici le phénomène prend une allure un peu spéciale, à cause de la

résistance à l'entraînement qu'oppose la cohérence de la roche. Cette résistance à l'entraînement n'étant pas partout la même dans la tranche superficielle, il en résulte un reploiement courbe, comme le montre le croquis ci-dessous (fig. 2).

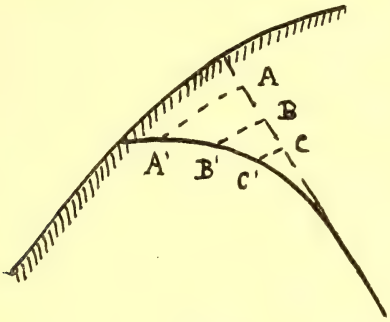


Fig. 2.

Si nous examinons trois points situés sur le même joint de stratification primitivement rectiligne, A, B et C, nous voyons qu'ils exécutent, dans le sens de la pente, des chemins AA', BB' et CC', qui sont d'autant plus longs que le point considéré est plus près de la surface. Cette différence dans le chemin parcouru est aisée à expliquer : 1° parce que l'action de la gelée se fait sentir avec une intensité d'autant moindre qu'on s'écarte de la surface; 2° parce que la fréquence de l'action de la gelée est plus grande en se rapprochant de la surface, car plus on est près de cette surface et moins la gelée doit être forte pour se faire sentir; 3° enfin la roche, par suite des influences météoriques, étant d'autant plus altérée et plus meuble qu'on approche davantage de l'affleurement, la résistance à l'entraînement opposée par la cohérence de la roche diminue d'autant en s'écartant de la roche saine de la profondeur.

La gradation dans l'action variant régulièrement avec la profondeur, il en résulte une courbe de reploiement.

Toutes les roches ne sont pas également susceptibles de présenter ces phénomènes. Il en est, par exemple les schistes, qui les présentent avec une amplitude et une fréquence telles qu'on est obligé d'en tenir compte dans la pratique. Il faut bien se garder de vouloir déterminer l'allure en profondeur de roches schisteuses par l'observation d'affleurements situés sur des pentes, à la surface ou à faible profondeur, dans de petites tranchées de chemin, par exemple. On serait souvent exposé ainsi à se tromper grossièrement et à prendre pour les vraies allures un simple reploiement de têtes de bancs.

Mais le retroussement des têtes de bancs sur les pentes n'est pas le seul phénomène qu'il y ait à considérer au point de vue de l'action du froid et de l'eau. Sur le flanc des hautes montagnes, nous avons vu précédemment que l'action seule des variations de température pouvait déjà produire d'imposantes actions de désagrégation. Dans les endroits où l'eau intervient dans le phénomène, on saisira combien ces actions peuvent devenir plus puissantes si l'on réfléchit au froid intense qui caractérise les nuits et les hivers des hautes altitudes.

Aussi, c'est à l'action combinée de ces trois facteurs : variations thermométriques, gelée et eau, qu'il faut attribuer la présence des clapey dont nous avons parlé précédemment et des énormes accumulations ou talus d'éboulis que de nombreux auteurs signalent sur les flancs des montagnes et tout spécialement du centre de l'Asie, de la Perse et de la Cordillère des Andes.

M. Bonney, dans son travail précité, a trop bien exposé les caractères et les origines de ces talus d'éboulis pour qu'il soit nécessaire d'y revenir. Il est cependant un point sur lequel nous croyons opportun d'ajouter quelques explications. Après avoir montré comment se forment ces talus et comment ils se meuvent tant que la pente du sol est très forte, il hésite à trouver la cause qui met en mouvement les mêmes amas de matériaux lorsque la pente du sol devient très faible, comme c'est le cas pour les énormes talus d'éboulis de la Perse.

Il cherche à expliquer leur progression en avant en se basant sur les observations faites par M. Garwood au Spitzberg (cf. *op. cit.*). Celui-ci suppose que c'est grâce aux couches de neige qui, chaque hiver, recouvrent les amas en pente que la descente des matériaux, au loin, est rendue possible par glissement. Je pense que si cette explication peut être juste, dans certains cas, et avec une pente encore suffisante pour expliquer le glissement et, bien entendu, lorsque la surface de la neige est complètement lisse et gelée, fournissant une surface de glissement bien unie, ce glissement doit être impossible lorsque la pente est faible ou que la neige molle absorbe les éboulis au lieu de les faire glisser.

Il me semble bien plus aisé d'expliquer la progression en faisant intervenir les actions si simples et d'une application si générale qu'a développées M. Davison (voir plus haut).

C'est aussi de la même façon, me paraît-il, que l'on peut expliquer la formation et le mouvement des célèbres fleuves de pierre des îles Falkland, ces immenses accumulations de blocs anguleux qui remplissent les vallées de ces îles et qui sont bien propres à nous donner

une haute idée de l'ampleur de la formation de certaines brèches. La description de ces fleuves de pierre a été donnée par Wyville Thomson [1]. D'après sa description, les blocs anguleux de ces fleuves sont enveloppés de matière végétale, mousse ou lichen, et l'eau circule entre les interstices des blocs. Il explique la progression des fleuves par l'entraînement de la pluie et par la dilatation et la contraction des végétaux suivant qu'ils sont ou non imbibés d'eau. Si on réfléchit que la pente n'est que de 2 à 6 degrés, on se rendra compte que les facteurs invoqués sont bien incapables de produire le mouvement qu'on leur attribue. Comme les îles Falkland ont un climat froid et très humide, il me semble, encore une fois, bien plus aisé d'attribuer le mouvement à l'action de la pente, du froid et de l'eau. Précisément la forte proportion d'eau contenue entre les blocs et qu'explique le grand pouvoir absorbant des mousses et des lichens, me paraît compenser la faiblesse de la pente et permet de concevoir la possibilité de la marche en avant de ces fleuves.

Nous nous sommes étendu un peu longuement sur les phénomènes produits par l'action du froid et de l'eau sur les roches, non seulement à cause de la grande importance pratique des actions produites, mais parce que bien souvent ces actions ont été méconnues. On a souvent attribué à l'énergie des eaux courantes et qualifié d'alluvions torrentielles, des entraînements de sédiments dus en réalité à l'action des variations de température.

Nous aurions pu nous étendre davantage sur les phénomènes dus à ces variations, mais nous croyons en avoir assez dit pour montrer que, si ces phénomènes ne sont pas les plus importants de la dynamique externe du globe, ils ne sont nullement négligeables ni dépourvus d'intérêt.

Discussion.

M. A. Rutot, à propos du chapitre du travail de M. Stainier intitulé *Action du froid et de l'eau sur les sols meubles peu inclinés*, rappelle qu'il a fait à ce sujet des observations intéressantes dont il a parlé à diverses reprises.

C'est sur les versants à pente douce des collines des Flandres,

---

[1] Wyville Thomson, *Voyage of the Challenger*. (Atlantic, t. II, p. 245.) — Voyez aussi : Renard, *Notice sur quelques roches des fleuves de pierre aux îles Falkland*. (Bull. Acad. roy. de Belgique, 1885.)

notamment, que l'on peut voir des actions de glissements superficiels entraînant des dispositions très curieuses et surtout des contournements rappelant, en miniature, les grands plissements tectoniques, surtout lorsqu'un lit de cailloux roulés de la base d'une couche quaternaire est pris dans les contournements.

Un chemin creux situé sur la pente Nord de la colline de Staden est intéressant à cet égard, et la coupe en a été donnée dans les notes de voyage accompagnant la planchette de Staden conservées au Service géologique.

M. Rutot a eu l'occasion de montrer les mêmes contournements à Erith (vallée de la Tamise), lors de l'excursion de la Société en Angleterre, en 1898, et il a expliqué de même le mélange des couches à industries de la fin du Quaternaire et des premiers temps de l'époque moderne, rencontrées par le prince Poutiatine dans son beau gisement de Bologoïe.

D'après M. Rutot, le contournement des couches superficielles se produit à la fin de l'hiver, lors du dégel.

Pendant les forts hivers, sous l'influence des gelées sans neige, le sol gèle parfois jusque 1 mètre de profondeur. Sur ce sol gelé peuvent ensuite s'accumuler des neiges.

Lors du dégel, la neige en fondant mouille le sol sous-jacent, qui se dégèle à son tour et devient très fluide.

Alors, sous son propre poids, la partie fluide se met à glisser sur la partie restée gelée et dure, et les petites résistances qui se produisent çà et là font que le glissement ne s'effectue pas de manière homogène.

Si, comme cela se produit dans la Flandre occidentale, un lit de cailloux roulés se trouve dans la couche liquéfiée, les glissements avec contournements apparaissent avec netteté, et l'on voit le lit caillouteux, primitivement à peu près parallèle au sol, prendre des allures en plis plus ou moins couchés, parfois étirés, ce qui donne naissance aux dispositions les plus bizarres.

A Staden, le phénomène prend naissance au contact d'une couche de limon sableux, avec cailloux roulés de silex à la base, recouvrant du Paniselien argileux.

Prof^r Hans Pohlig. — **Bovidés fossiles de l'Italie.** (Fig. 1-4.)

Les Bovidés fossiles de l'Italie nous fournissent des renseignements d'un intérêt scientifique général, dont nous donnons ici un aperçu provisoire, et que nous ferons figurer plus tard dans une étude d'ensemble sur les Bovidés fossiles. En vue de réunir les matériaux de celle-ci, nous avons visité toutes les collections paléontologiques publiques de l'Italie, et nous les avons complétés ensuite par l'acquisition de nouvelles pièces. D'un autre côté, les résultats obtenus ont été vérifiés par des études répétées dans un grand nombre de Musées d'autres pays.

1. *Bos* (*primigenius*) *Italiae* Pohlig.

Cette race naturelle présente, avec *Bos primigenius* de notre côté des Alpes, désigné plus spécialement comme *Bos* (*Taurus*) *primigenii* (Boj.), la même relation que celle qui existe entre la race méditerranéenne récente, aux cornes très développées, et la race actuelle cisalpine, dont les cornes sont plus réduites. Nous croyons pouvoir fournir la preuve que, déjà à l'époque glaciaire et pendant les stades interglaciaires, il existait parmi les Bovidés vivant encore à l'état sauvage, une différence analogue à celle que nous pouvons encore constater aujourd'hui entre les races domestiquées de l'Europe centrale et celles des régions situées plus au Sud, et c'est sur l'importance de cette distinction que nous nous permettons d'attirer l'attention des savants.

Nos études sont basées sur des matériaux très abondants provenant, en grande partie, des couches interglaciaires du Val de Chiana, un affluent de l'Arno en amont de Florence, où l'on rencontre également *Elephas antiquus*, au voisinage d'Arezzo et dans la vallée du Tibre, aux environs de Rome. Les ossements se rencontrent dans un excellent état de conservation dans les argiles fluvio-lacustres du Val de Chiana, et consistent surtout en un grand nombre de paires de cornes encore

réunies entre elles, tandis que, dans la région de Rome, on a trouvé les crânes le plus souvent séparés des cornes, et il a fallu chercher à les classer ensemble.

Fig. 1. — Bos primigenius Italiae.

Original venant de Rome actuellement à Bonn (vue frontale).

Les figures 1 et 1*a* reproduisent un crâne de la vallée du Tibre, vu de face et de côté. On peut constater que l'écartement et l'incurvation des axes osseux des cornes se présentent comme chez *Bos primigenius* de nos contrées; cependant la forme paraît plus élancée, malgré que leur périphérie maxima mesure 41 centimètres. Cela provient de la longueur considérable des cornes, qui présentent un écartement de $1^{m}21$. On a même trouvé à Arezzo, Rome et Florence des crânes encore plus considérables, qui présentaient un écartement des cornes de $1^{m}30$, avec une périphérie maxima de 46 centimètres, une longueur de chaque corne en ligne droite de 63 centimètres et 80 centimètres le long de la courbe externe. Les étuis cornés de ces Bovidés géants présentaient donc une courbe de beaucoup plus de 1 mètre de longueur et une capacité d'environ 5 litres. Les anciens Germains auraient crevé de jalousie s'ils avaient pu se douter que le *Pithecanthropus* interglaciaire des régions méditerranéennes avait à sa disposition une coupe aussi colossale.

Ces mesures dépassent notablement celles fournies par les crânes de Sanga et par les individus de race hongroise dont nous avons observé à Poppelsdorf un spécimen à cornes très élancées et peu courbées (périphérie maxima 30 centimètres) dont l'écartement mesurait $1^{m}83$; c'est du reste de cette race hongroise que descend la race sud-européenne actuelle. Il convient de rappeler que pour les Bovidés d'Italie,

l'écartement mesuré n'indique pas complètement la longueur des cornes, puisque les pointes de celles-ci étaient toujours tournées vers l'intérieur. Chez *Bos primigenius*, par contre, on peut, comme le montre la figure 2, déterminer l'écartement des cornes par la distance qui sépare les pointes. De même chez les races récentes, telle la race hongroise, les cornes sont si peu recourbées que leur longueur correspond presque complètement avec la longueur de leur courbe.

Outre la courbure plus ou moins prononcée des cornes, on peut encore constater d'autres variations individuelles de l'os frontal chez *Bos Italiae* aussi bien que chez *Bos primigenius typus* de nos régions. Pour des cornes fortes et âgées, mesurant une périphérie maxima de 40 à 50 centimètres, la section de la base n'est pas circulaire, elle se présente parfois comme un ovale de 3×4. Cette observation est faite depuis longtemps pour *Bison* et a donné lieu à la création d'une nouvelle espèce. On a constitué un troisième type de variation dans lequel les pointes sont dirigées en avant ou en arrière, et paraissent se retourner. La direction peut même présenter une certaine asymétrie pour les deux cornes d'un même individu, et des cas très caractérisés se rencontrent spécialement chez les races domestiques, grâce aux conditions particulières dans lesquelles elles se développent. Malgré que ces conditions n'aient pu exister pour les races vivant à l'état sauvage, on peut parfois constater chez elles l'asymétrie des cornes; je possède un crâne de *Bos Italiae*, de conservation parfaite, qui présente une dentition très complète et dont la pointe de la corne gauche se trouve à 10 centimètres plus bas que celle de droite.

Les variations sexuelles se manifestent chez les Bovidés, de même que chez les autres animaux à armature frontale, par le développement plus ou moins prononcé de celle-ci. C'est avec raison que Rütimeyer a admis que chez *Bison priscus* les femelles présentaient des axes osseux des cornes plus minces (et d'après moi plus longs seulement en apparence) que les mâles aux cornes plus massives, et de nouveau on a profité de cette différence pour créer une espèce nouvelle.

Mais pour *Bos Italiae*, la différence entre les deux sexes se présente en sens contraire. Les cornes puissantes représentées par les figures 1 et 1*a*, donnant, mesurées en longueur, $1^{m}50$ et présentant à peu près le même écartement, avec une périphérie maxima de près d'un demi-mètre, ne peuvent provenir que d'un sujet mâle. On a, par contre, rencontré en Italie des crânes d'animaux âgés dont les dimensions se rapprochent de celles de notre espèce cisalpine *Bos primigenius typus* ♂ présentant des cornes dont l'écartement maximum atteint à

peine 1 mètre, mais dont la périphérie mesure 40 centimètres et au delà. Ces cornes, qui, par suite de leurs proportions, paraissent moins élancées, plus massives, proviennent de sujets femelles de *Bos Italiae*. Je possède un crâne, originaire du Val de Chiana, où l'écartement des axes osseux est de 92 centimètres et la périphérie, 38 centimètres, tandis que l'usure de la dentition indique un animal âgé. La courbure se présente tout à fait comme celle des sujets mâles.

Le *Bos primigenius* cisalpin, le seul jusqu'ici mentionné dans la littérature géologique et considéré par conséquent comme type, se distingue de la race *Bos Italiae* par les caractères se rapportant aux sujets mâles : 1° les dimensions; l'écartement maximal est de 1 mètre, tandis que *Bos Italiae* atteint 1^{m}30; 2° la forme plus massive des cornes, indiquée par la différence de proportion entre l'écartement maximum et la plus grande périphérie maximale des axes osseux, 43 centimètres pour *Bos primigenius* cisalpin et 46 centimètres pour *Bos Italiae;* 3° la variation *Trochoceros*, où la courbure des cornes forme un cercle presque complet, constitue une exception chez notre *Bos primigenius*, tandis qu'elle est la règle chez *Bos Italiae*. Les deux races se distinguent encore plus par les longueurs maximales des axes osseux que par l'écartement des deux cornes; 4° les dimensions gigantesques du crâne correspondent chez *Bos Italiae* à celles du reste du corps, de sorte que l'aspect extérieur de l'animal des contrées méridionales différait complètement de la race cisalpine *Bos primigenius*, même si on ne tient pas compte de la coloration et de l'abondance des poils, caractères qui devaient certainement différer, mais qu'il n'est plus possible de constater; 5° une étude plus minutieuse de la dentition fournira sans aucun doute d'autres caractères distinctifs, malgré le peu de différences que les Bovidés présentent généralement sous ce rapport. Il semble que l'épaisseur de l'émail dentaire est un peu plus considérable chez les formes méridionales comme *Bos Italiae;* 6° enfin, la différence de l'âge géologique entre les deux races constitue un caractère encore plus important que leur distribution géographique. Les espèces fossiles qui accompagnent en Italie *Bos Italiae* permettent de rattacher le gisement au dernier stade interglaciaire. Dans les argiles fluviolacustres du Val de Chiana, *Bos Italiae* se rencontre, comme je l'ai montré dans une monographie antérieure, avec *Cervus euryceros Italiae, Bison priscus*, *Cervus elaphus antiqui* et *Elephas antiquus;* dans la vallée du Tibre, à Rome, avec les trois dernières formes et, en outre, avec *Elephas antiquus Melitæ*, *Rhinoceros Etruscus Merckii*, *Equus caballus antiqui*, *Equus hemionus* et des Carnivores, tels que le Lion, la Panthère,

le Lynx, l'Hyène striée, *Ursus arctos antiqui*. Le Rhinocéros de Rome n'a pas les proportions gigantesques de celui de Taubach; on sait du reste les grandes variations présentées par cette espèce pendant le Quaternaire, indépendamment de celles qui se rapportent au sexe, de sorte qu'il est difficile de distinguer des différences d'âge géologique, et qu'il n'est pas permis, par conséquent, d'établir une distinction entre la race de *Rhinoceros Merckii* et le type *Rhinoceros Etruscus* au point de vue géologique.

Après un examen attentif, on arrive finalement à la conclusion que le *Bos primigenius typus* cisalpin est d'âge postglaciaire et qu'il appartient, ainsi que *Cervus euryceros Hiberniæ*, à la faune des tourbières. J'ai eu sous les yeux tout le matériel recueilli en Allemagne aussi bien que celui de l'étranger, et je n'ai pu constater que des gisements post-glaciaires, du moins là où les indications géologiques étaient suffisantes. C'est dans la tourbe que l'on a fait les meilleures découvertes, tels les magnifiques squelettes de Berlin au Musée de la *Landwirthschaftliche Akademie*, au Musée de Brunswick et à la collection du *Gymnasium* de Düsseldorf. D'autres fossiles ont été trouvés dans le loess post-glaciaire des vallées (Lund), dans les tufs calcaires, etc., et même dans le lit des rivières actuelles. Il m'a même été possible de reconnaître comme erronées des indications relatives à l'âge des gisements; ce fut entre autres le cas pour les cornes qui se trouvent au *Bonner Naturhistorischer Vereins Museum*. Elles représentent un des plus grands exemplaires connus de *Bos primigenius* cisalpin, avec un écartement de 1 mètre et une périphérie maximale de 43 centimètres. Le donateur de cette pièce m'a déclaré lui-même qu'elle fut recueillie, près de la Severinsthor à Cologne, dans une briqueterie creusée dans le loess post-glaciaire de la vallée. Cependant l'étiquette du Musée indique comme localité du gisement la ville de Trèves, près de laquelle est situé le célèbre gîte de loess glaciaire de Wellen.

Les indications de gisements de *Bos primigenius* cisalpin, aussi bien dans les couches glaciaires que dans celles des stades interglaciaires, semblent erronées, soit que les indications aient été inexactes, soit qu'il y ait eu confusion avec des axes osseux de cornes de *Bison*. L'appareil frontal de *Bos* se rencontre beaucoup plus rarement à l'état intact, parce que l'étroitesse de l'os frontal et la longueur des cornes rendent la fracture plus facile. C'est ainsi que dans notre pays on ne rencontre de spécimens satisfaisants que dans les tourbières. Celui de Bonn fut retrouvé intact, mais il a été cassé en deux pièces par les ouvriers.

De ce qui précède il semble résulter que *Bos primigenius typus* cisalpin représente la race la plus récente, et il faut considérer *Bos primigenius Italiae* comme la forme ancestrale; la race septentrionale constituerait le premier stade de dégénérescence, provenant d'une alimentation plus rare et de conditions climatériques mauvaises. Comme deuxième stade, nous voyons apparaître les animaux chez lesquels l'influence d'une alimentation insuffisante se combine avec celle de la difficulté des déplacements pour la recherche de pâturages (races des montagnes). Cependant nos races domestiquées à appareil frontal très développé, de même que les races actuelles du Sud de l'Europe, paraissent, du moins sous le rapport du développement des cornes, ne pas tant s'éloigner de la forme ancestrale.

Fig. 2. — Bos (primigenius) Siciliae Pohlig.

En bas *Bos primigenius typus* (frontal), Düsseldorf.
En haut *Bos Siciliae*, Hildesheim (vu d'en haut).

J'ai développé dans ma monographie [1] : « Une caverne à *Elephas* en Sicile », les conditions auxquelles fut soumise une grande partie de la faune mammifère interglaciaire dans le bassin de la Méditerranée,

---

[1] *Abhandl. Akadem. München,* IIe cl., vol. 18, sect. 1.

abandonné par la mer à cette époque. Le retour de celle-ci a provoqué l'isolement de groupes d'animaux sur des îles plus ou moins considérables. La dégénérescence survenue grâce aux conditions de vie insulaire, a varié d'après la grandeur des îles pour les différentes espèces d'animaux; elle fut due aussi à un croisement non suffisamment varié. C'est à ces mêmes conditions qu'il faut attribuer la formation des poneys insulaires du Nord de l'Europe, des races sauvages de moutons et de chèvres, propres aux îles méditerranéennes, de même que des éléphants et des rhinocéros des îles de la Sonde.

Mes recherches dans la caverne de Carini ont fait connaître plusieurs de ces races diminutives des îles méditerranéennes : *Elephas Melitœ*, *Hippopotamus Pentlandi*, *Cervus elaphus Siciliae*, *C. Euryceros Siciliae*, *Bison Siciliae*, ainsi qu'une forme naine de *Bos Italiae*, la race insulaire très intéressante de *Bos primigenius Siciliae*, Pohlig (fig. 2 *B*). La figure montre que celle-ci se présente vis-à-vis de *Bos Italiae* comme ce dernier vis-à-vis de *Bos primigenius* cisalpin; les axes osseux sont les plus allongés et graciles pour la race *Bos Siciliae*. L'exemplaire de Hildesheim qui figure à côté, et auquel correspond l'appareil frontal de Palerme, ne mesure que 35 $^1/_2$ centimètres de périphérie maxima, pour un écartement de 107 centimètres, alors que les mesures correspondantes pour *Bos Italiae* de Rome sont 121 et 41 centimètres; et 130 et 46 centimètres pour celui d'Arezzo, et pour celui de Bonn, 100 et 43 centimètres.

Les cornes de *Bos Siciliae* se caractérisent donc par leur peu d'épaisseur relativement à leur longueur, alors que les dimensions de l'animal, relativement à *Bos Italiae*, n'ont pas subi de réduction plus marquée que le stade Mnaidra, d'après L. Adams, de *Elephas Melitae* par rapport à *Elephas antiquus typus*. Mais les dimensions des cornes adultes trouvées en Sicile et représentées dans la figure 2 correspondent clairement à un stade diminutif de l'espèce.

3. *Bos (Taurus) Mastodontis* Pohlig.

Le fragment de crâne représenté par la figure 3 fut acquis par Suess, pour le Musée géologique de l'Université de Vienne, et provient de la collection de l'avocat Cantamessa, de Turin, qui l'a recueilli dans les dépôts littoraux pliocènes d'Asti, avec des molaires caractéristiques de *Elephas meridionalis* qui se trouvent actuellement dans les musées de Halle et de Berlin.

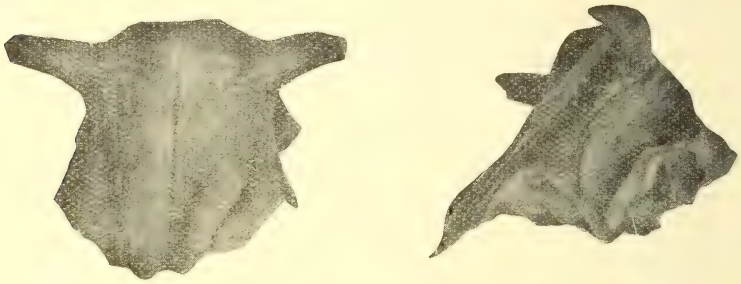


Fig. 3.

Bos (Taurus) Mastodontis, Vienne, Pliocène d'Asti (vu de front et de côté).

La grande ressemblance de ce crâne avec celui de nos races récentes à appareil frontal développé, aurait pu susciter l'idée d'une pénétration posthume dans l'argile pliocène, si l'état de conservation de la pièce n'avait complètement répondu à l'aspect si caractéristique des ossements pliocènes italiens, au triple point de vue du poids spécifique élevé, de l'aspect solide et compact, et de la coloration spéciale, propriétés qui furent d'ailleurs confirmées par l'analyse chimique. On a même retrouvé, après avoir enlevé au marteau une partie de l'os, l'argile grise pliocène d'Asti qui remplissait les petites cavités. Il ne peut donc y avoir aucun doute sur l'âge pliocène du fossile en question et de son gisement commun avec *Elephas meridionalis* et *Mastodon arvernensis*. Il est clair que les formes ancestrales qui ont donné naissance aux races géantes des derniers temps interglaciaires doivent présenter une constitution semblable aux descendants actuels de celles-ci, dégénérés par la domestication, puisque toutes les grandes formes dérivent de formes anciennes plus petites. Mais en présence du

Bos Mastodontis [1] à petites cornes, on peut se demander si les deux espèces dont l'habitat se trouve séparé par les Alpes, ne descendent pas également de l'espèce pliocène comme l'espèce récente. Il n'en est pas moins intéressant de constater que la race ancestrale se rencontre avec la race actuelle pour ce qui regarde la disposition de l'appareil frontal. La découverte des fossiles d'Asti détruit l'hypothèse de Dürst, qui fait dériver *Bos primigenius* de formes du Pliocène indien : *Bos planifrons;* on pourrait cependant admettre *Bos Mastodontis* comme l'ancêtre commun, duquel proviendrait également *Bos planifrons* du Tertiaire de l'Inde. Comme point de départ des races *Brachyceroïdes*, il me semble qu'il faut s'adresser à *Leptobos* [1].

4. *Bison (priscus) Siciliae* Pohlig.

Dans le petit livre : *L'époque glaciaire et la Préhistoire* [2], j'ai insisté sur l'extension considérable, tant au point de vue géologique que géographique, de *Bison priscus*, extension qui ne fut atteinte par aucun autre mammifère, et qui contraste tout spécialement avec la distribution beaucoup plus réduite des autres espèces de Bovidés. Ce qui nous surprend, c'est de constater combien *Bison priscus* présente peu de variation, et combien peu il a produit de variétés malgré sa grande extension dans le temps et dans l'espace. Il est vrai que les fabriques d'espèces zoologiques en Amérique nous en offrent des cartes d'échantillons variés; rien que pour les États-Unis et Alaska, on nous cite : *B. Alleni*, *B. antiquus*, *B. latifrons*, *B. ferox*, *B. crassicornis*, *B. occidentalis;* ce sont là, non des espèces, ni même des variétés, mais des exemples de différences individuelles se rapportant surtout à l'âge ou au sexe, représentées en outre par des crânes dont les cornes sont parfois conservées grâce à l'état de congélation du sol où on les a trouvées.

De même les Bisons méridionaux des différentes couches du Sud de l'Europe, qui sont très fréquents dans les musées de l'Italie, ne peuvent se différencier entre eux. Il faut toutefois faire exception pour les

---

(1) La firme Dr Krantz de Bonn expose des modèles en gypse de *Bos Mastodontis* sous le nom de *Bos brachyceroïdes* (Pohlig); et aussi des reproductions de *Bison priscus Siciliae* (Pohlig).

(2) *Eiszeit und Urgeschichte*, 2te Aufl. Leipzig. Quelle und Meyer, 1911.

ossiles que nous appelons méditerranéens insulaires. Je les ai réunis avec les deux races dégénérées *Bison priscus Europae* et *Bison priscus Americae* sous le nom de *Bison priscus Siciliae,* et elles constituent les seules variétés de Bison justifiées par des caractères spéciaux.

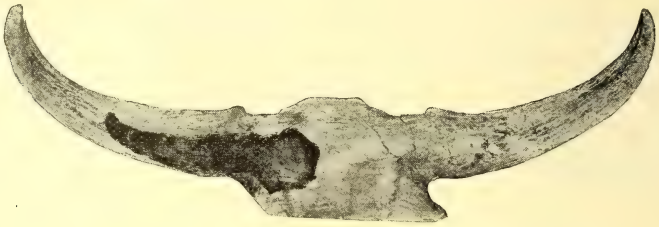


Fig. 4. — Bison (priscus) Siciliae Pohlig, du Val de Chiana.
Dessiné à gauche sur *Bison Siciliae* (Bonn), tous deux à la même échelle.

La figure 4 représente un *Bison priscus* du Val de Chiana qui se trouve en ma possession. Sur la corne gauche, de dimension moyenne, j'ai figuré un axe osseux d'un vieux *Bison Siciliae*, que j'ai moi-même extrait du sol. On peut constater que la race insulaire présente une largeur de corne des deux tiers de celle de la corne de la race continentale, de sorte que la réduction est relativement plus considérable que celle de *Bos Siciliae.*

Discussion.

Dr C. Van de Wiele. — On ne peut que se rallier à ce que dit M. Pohlig au sujet de la formation des races naines insulaires. Il se peut même que la race naine *Bos Taurus Mastodontis* du Musée de Vienne, recueillie dans le Pliocène d'Asti, fut une race insulaire, puisqu'elle a été trouvée dans une formation littorale. Mais il y a eu des races naines non insulaires, et l'auteur semble l'admettre, puisqu'il parle des races de montagne et des races de tourbières (*Terpen Vich*) de Nehring. C'est ainsi qu'on rencontre au Musée de Bruxelles des formes naines non seulement de *Bos primigenius*, mais aussi, soit dit en passant, une forme naine d'un *Elephas* indiqué comme *antiquus*, qui a été recueilli dans le Quaternaire préglaciaire près d'Anvers, avec *Rhinoceros Merckii,* et qu'il n'y a pas lieu de considérer comme insulaire. Quant aux spécimens de *Bos primigenius*, il y en a de différentes tailles. Les uns répondent aux dimensions des spécimens de

Hildesheim et de Düsseldorf qui se trouvent reproduits dans le mémoire ; d'autres sont des formes naines, mais qu'il n'y a pas lieu de rattacher aux formes naines de la Sicile, d'abord parce qu'elles ne sont pas insulaires, ayant été trouvées en partie dans les cavernes de la province de Namur, ce qui permet de douter de l'âge exclusivement post-glaciaire que M. Pohlig attribue au *Bos primigenius* cisalpin. Les conclusions de M. Dupont, qui figurent à côté des spécimens, sont : « que deux races d'Urus distinctes seulement par la taille ont existé en Belgique pendant l'ère quaternaire jusqu'à ce que l'homme les eût fait disparaître ». Il ne s'agit pas non plus dans ce cas de bœufs de tourbières, races déjà domestiquées, qui ont été signalées par Nehring. Du reste, d'autres exemplaires de formes naines se rencontrent dans d'autres parties de l'Europe, tel celui signalé par le Prof^r Adamets, à Krreszowice près de Cracovie, et ceux qui existent au Musée de Stuttgart, dont M. V. d. Malsburg donne la photographie avec ceux du Musée de Bruxelles dans le *Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie*, mai 1911.

Comme conclusion, nous ajouterons qu'il nous semble que l'étude des Bovidés fossiles ferait des progrès plus rapides si chaque gisement était étudié avec soin, de façon à donner des renseignements aussi exacts que possible sur l'âge des couches quaternaires dans lesquelles on a trouvé les fossiles, et nous devons à ce sujet citer comme exemple les fossiles du Musée de Bruxelles, où les plus récents d'entre eux sont accompagnés d'une planche avec section explicative du gisement du fossile, et qui fixe ainsi d'une façon définitive la situation et l'âge de celui-ci.

M. Rutot croit d'abord utile de faire remarquer l'abus que l'on fait souvent des termes « préglaciaire » et « interglaciaire » sans autre désignation, comme s'il n'existait en réalité qu'un seul interglaciaire, alors qu'il y en a trois.

Le plus souvent, l'interglaciaire des auteurs allemands est le deuxième, c'est-à-dire l'interglaciaire Mindel-Riss et le préglaciaire est l'interglaciaire Guenz-Mindel.

Pour ce qui concerne la formation insulaire des formes naines, sans mettre l'idée en doute, M. Rutot croit qu'elle ne suffit pas à expliquer tous les cas.

C'est ainsi que, en Belgique, pendant le Quaternaire et sans qu'on puisse faire intervenir des îles, il a existé, vivant côte à côte, des races de chevaux et de bœufs, les unes naines, les autres de taille normale,

dans lesquelles il serait difficile de distinguer des espèces différentes.

Enfin, quant au petit Éléphant du Musée d'Histoire naturelle de Bruxelles, déterminé *Elephas antiquus*, il ne paraît pas du tout certain qu'il constitue une forme naine de l'énorme *Elephas antiquus* français, attendu que M. le Dr Pohlig lui-même le détermine comme *Elephas trogontheri*. Le petit Éléphant d'Hoboken, trouvé dans le Quaternaire inférieur ou Moséen (Interglaciaire Mindel-Riss), a simplement des dents qui ressemblent à celles de l'*Elephas antiquus*, mais là s'arrête, paraît-il, la ressemblance.

M. Rutot ajoute que toutes ces questions de fine détermination des animaux quaternaires de la Belgique n'ont pas encore été poussées au point désirable.

Une bonne revision, faite par un spécialiste, serait d'une grande utilité.

La séance est levée à 10 h. 40.

SÉANCE MENSUELLE DU 19 DÉCEMBRE 1911.

Présidence du **lieutenant-colonel Cuvelier**, *président.*

La séance est ouverte à 20 h. 30.

Distinctions honorifiques.

Notre éminent confrère M. A. Rutot a été élu membre titulaire de l'Académie des Sciences de Belgique.

Le président E. Cuvelier et MM. Willems et Van Weyenberg ont été promus officiers de l'Ordre de Léopold. Le secrétaire général Baron Greindl a été nommé major et notre confrère le capitaine Van Deuren a été nommé capitaine-commandant.

Correspondance.

MM. Cornet, Gerard, Schmitz, van den Broeck et Willems s'excusent de ne pouvoir assister à la séance.

MM. Malaise et Rutot font hommage de leurs publications récentes.

M. le professeur Duparc, de Genève, fait hommage d'une série de ses travaux relatifs aux gîtes platinifères de l'Oural.

M le professeur Emile Chaix adresse à la Société un fascicule spécimen de l'Atlas photographique des formes terrestres. Sur la proposition du Bureau, la Société souscrit à cet ouvrage; le spécimen est à la disposition de nos membres au Secrétariat, et nos confrères en trouveront une analyse succincte au compte rendu bibliographique.

Dons et envois reçus.

De la part des auteurs :

6417 ... Onoranze alla memoria di Michele Stefano de Rossi in Rocca di Papa. 30 agosto 1910. Modène, 1911. Extrait de *Bollett. della Soc. sism. ital.*, vol. XV, fasc. 1-3, 16 pages, 1 portrait et 2 planches.

6418 **Arrhenius, S.** Les atmosphères des planètes. Conférence faite le 8 mars 1911 à la Société de Chimie physique. Paris, 1911. Extr. des *Public. de la Soc. chimique de France*, 11 pages et 6 figures.

6419 **Chamberlin, T.-C.** The future habitability of the Earth. Washington, 1911. Extr. de *Smithsonian Report*, 1910, pp. 371-389.

6420 **Delecourt, Jules fils.** Théorie des puits artésiens. Bruxelles, 1911. Extr. du *Bull. techn. de l'Assoc. des Ing. sortis de l'Ec. polytechn.*, n° 1, novembre, 39 pages, 5 figures (3 exempl.).

6421 **Gaubert, P.** Recherches récentes sur le facies des cristaux. Conférence faite le 25 janvier 1911 à la Société de Chimie physique. Paris, 1911. Extr. des *Public. de la Soc. chimique de France*, 53 pages, 2 planches et 19 figures.

6422 **Palazzo, L.** Meteorologia e geodinamica. Rome, 1911. Broch. in-4° de 54 pages.

6423 **Rosén, P.-G.** Meridiangradmätning vid Sveriges Västra Kust. Upsala, 1911. Vol. in-4° de 209 pages et 2 planches.

6424 **De Montessus de Ballore.** La sismologie moderne. Les tremblements de terre. Paris, 1911. Volume in-8° de 284 pages, 64 figures et cartes.

6425 **Duparc, L.** Le platine et les gîtes platinifères de l'Oural. Genève, 1911. Extr. des *Archives des Sc. phys. et nat.*, t. XXXI, mars-juin, 80 pages et 13 figures.

6426 **Duparc, L.**, und **Holtz, H.-C.** Notiz über die chemische Zusammensetzung einiger Platinerze aus dem Ural. Vienne, 1910. Extr. de *Tschermaks Miner. u. petr. Mitteil.*, t. XXIX, H. 6, pp. 498-504.

6427 **Duparc, L.**, et **Pamphil, G.** Sur l'Issite, une nouvelle roche filonienne dans la dunite. Paris, 1910. Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sc.*, t. CLI, 2 pages.

6428 **Duparc, L.**, et **Pamphil, P.** Sur la composition chimique et l'uniformité pétrographique des roches qui accompagnent la dunite dans les gisements platinifères. Paris, 1910. Extr. du *Bull. de la Soc. franç. de Minér.*, t. XXXIII, décembre, 28 pages et 3 figures.

6429 **Duparc, L.**, **Wunder, M.**, et **Sabot, R.** Contribution à la connaissance des minéraux des pegmatites (deuxième note). Paris, 1911. Extr. du *Bull. de la Soc. franç. de Minér.*, t. XXXIV, mai-juin, 18 pages, 11 figures.

6430 **Duparc, L.**, et **Wunder, M.** Sur les serpentines du Krebet-Salatim (Oural du Nord). Paris, 1911. Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sc.*, t. CLII, 3 pages.

6431 **Malaise, C.** Échelle stratigraphique du Silurien de Belgique et âge géologique des schistes noirs de Mousty. Liége, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVI, Mém., pp. 31-39.

6432 **Malaise, C.** Sur la position géologique de l'assise de Mousty. Bruxelles, 1909. Extr. des *Bull. de l'Acad. roy. de Belg.* (Classe des Sc.), n° 1, pp. 12-16.

6433 **Malaise, C.** Fucoïdes dans le Tarannon de l'assise de Grand-Manil. Liége, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVI, pp. 50-52, 1 figure.

6434 **Malaise, C.** *Spirifer Hystericus* dans le poudingue givetien Gvap. Liége, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVII, Bull., 1 page.

6435 **Malaise, C., et Lespineux, G.** Découverte de graptolithes à Neuville-sur-Meuse. Liége, 1903-1904. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, Bull., pp. 140-141.

6436 **Fourmarier, P.** Le Gedinnien de l'anticlinal de l'Ardenne, entre les massifs cambriens de Rocroy et de Serpont. (Rapport de M. C. Malaise.) Liége, 1911. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVIII, Mém., pp. 75-76.

6437 **Fraipont, Ch.** Empreinte néréitiforme du marbre noir de Denée. (Rapport de M. C. Malaise.) Liége, 1911. Extr. des *Ann de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVIII, Mém., 1 page.

6438 **Pohlig, J.** Eiszeitliche Riesentiermumien-Funde in Starunia. Berlin, 1911. Extr. de *Petroleum*, t. VII, n° 3, 2 pages.

6439 **Rutot, A.** Qu'est-ce que l'Aurignacien? (pp. 129-151 et 8 fig.)

Sur les traces de l'existence d'un culte de la hache pendant le Paléolithique inférieur (pp. 152-155).

Sur l'âge des couches rencontrées par le prince Poutiatine dans ses fouilles de la station de Bologoïe (pp. 227-233 et 1 fig.).

A propos de l'enquête sur la dispersion des silex du Grand Pressigny (pp. 301-308 et 1 fig.). Le Mans, 1911. Extr. du *Congrès préhistorique de France*, VIe session. Tours, 1910.

6440 **Rutot, A.** Mise au point, pour 1911, du mémoire intitulé : *Le Préhistorique dans l'Europe centrale*, paru dans le compte rendu du Congrès de Dinant, en 1903. Malines, 1911. Extr. des *Actes et Mém. du XIIe Congrès d'Archéol. et d'Hist.*, 114 pages et 22 figures.

Élection d'un nouveau membre effectif.

Est élu à l'unanimité :

M. Verly, lieutenant du génie, répétiteur à l'École militaire, 92, rue Joseph Coosemans, à Bruxelles, présenté par MM. Rabozée et Biévez.

Discussion des thèses présentées antérieurement.

Stanislas Meunier. — Un dernier mot à Messieurs Albert et Alexandre Mary.

Malgré ma résistance à alimenter des discussions qui paraissent ne promettre aucune lumière définitive, je ne puis m'empêcher de remarquer que les arguments développés par MM. Mary me semblent passer à côté du but qu'ils se proposent. J'ai employé le terme d'*activisme* pour désigner une doctrine d'après laquelle les profondeurs du milieu géologique sont en état de travail et de modification incessant. C'est à peu près pour moi le synonyme du mot *activité*, avec seulement une désinence qui semble plus convenable pour désigner une théorie. L'érudition étymologique étalée à cette occasion m'a rappelé celle que Charles Sainte-Claire Deville a naguère dépensée contre l'expression de *causes actuelles* (1).

Plus loin, je ne comprends pas bien l'objection contre la croissance nécessaire d'une rivière pendant que s'élargit sa vallée, tirée de ce qu'il y a sur les marges de cette vallée des sources qui diminuent et se tarissent et des rivières qui disparaissent. L'un des faits est le complément obligé de l'autre : la vallée qui s'élargit se comporte comme un drain naturel vis-à-vis des pays avoisinants et il n'y a pas longtemps que j'étudiais tout près de Paris, sur les flancs de la vallée de la Seine, la condition d'un district où l'industrie maraîchère se trouve compromise par les circonstances dont il s'agit. Il n'y a dans tout ceci rien qui vienne à l'encontre de « l'évolution des réseaux hydrographiques » à laquelle il est fait allusion à la fin de la note de MM. Mary, et c'est pour moi un nouvel exemple fort intéressant de la difficulté de se comprendre pour deux observateurs qui étudient le même sujet de deux points de vue différents.

---

(1) Voir l'ouvrage intitulé : *Coup d'œil historique sur la géologie et sur les travaux d'Elie de Beaumont*. Paris, 1878, p. 246.

Communications des membres.

Maurice Leriche. — Note préliminaire sur la Faune des Schistes de Mondrepuis. — La limite entre le Silurien et le Dévonien dans l'Ardenne.

En 1906, à la demande de M. Dupont, alors directeur du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, j'ai entrepris la révision des fossiles gedinniens de l'Ardenne conservés dans cet Établissement.

J'ai attendu, pour publier les résultats de cette étude, l'achèvement d'un travail sur les Lamellibranches, Gastropodes et Ptéropodes siluriens de Liévin (Pas-de-Calais) [1], travail où devait prendre place la description d'espèces identiques à celles du Gedinnien de l'Ardenne, mais, en général, beaucoup mieux conservées.

* * *

C'est, comme on le sait, sur le bord septentrional du massif cambrien de Rocroi que le Gedinnien présente sa subdivision classique en :

5. Schistes de Saint-Hubert.
4. Schistes d'Oignies.
3. Schistes de Mondrepuis.
2. Arkose de Haybes.
1. Poudingue de Fépin.

Les deux assises supérieures, les Schistes d'Oignies et les Schistes de Saint-Hubert, renferment, en Ardenne, une faune d'Ostracophores; elles apparaissent comme une formation lagunaire tout à fait comparable à l' « Old Red Sandstone » anglais.

Les Schistes de Mondrepuis possèdent une faune toute différente, qui dénote pour eux, comme pour les deux assises gedinniennes qu'ils surmontent, une origine marine.

---

[1] *In* J. Gosselet, Ch. Barrois, M. Leriche, A. Crépin, *Description de la faune siluro-dévonienne de Liévin* (Trilobites, par J. Gosselet. — Céphalopodes, par A. Crépin. — Lamellibranches, Gastropodes, Ptéropodes, par M. Leriche. — Les Brachiopodes, par Ch. Barrois, paraîtront ultérieurement). (Mém. de la Soc. géol. du Nord, t. VI, mém. n° 2.)

Ces Schistes, comme les autres assises gedinniennes du bord nord du massif cambrien de Rocroi, affleurent suivant une bande étroite, dirigée sensiblement Ouest-Est. C'est à l'Ouest de cette bande, de part et d'autre de la frontière française, que se trouvent les trois principaux gisements fossilifères des Schistes de Mondrepuis : Mondrepuis, en France; Macquenoise et Bruly, en Belgique. Les matériaux du Musée royal d'Histoire naturelle proviennent des deux premiers gisements. Je dois à l'obligeance de M. Maillieux la communication de matériaux importants, qu'il a recueillis dans le troisième gisement.

*
* *

Plusieurs auteurs se sont occupés déjà de la faune des Schistes de Mondrepuis. Les uns — d'Archiac (1), Hébert (2) — se sont bornés à dresser de simples listes de fossiles. Les autres — Thorent (3), de Koninck (4), J. Gosselet (5), E. Maillieux (6) — ont décrit et figuré certains éléments de cette faune.

De Koninck, à qui l'on doit le seul travail d'ensemble que l'on possède sur la faune des Schistes de Mondrepuis, concluait à l'âge nettement dévonien de cette faune.

Les conclusions de de Koninck furent d'autant plus facilement acceptées qu'elles donnaient au Dévonien de l'Ardenne une limite inférieure précise, facile à tracer, correspondant à la discordance du Gedinnien et de son substratum (Cambrien ou Silurien).

Cependant, ces conclusions ne s'imposaient nullement. De Koninck regardait, en effet, la presque totalité des éléments dont se composait la faune du Gedinnien inférieur comme des espèces nouvelles. Or

---

(1) D'Archiac, *Description géologique du département de l'Aisne.* (Mém. de la Soc. géol. de France, 1re série, t. V, pp. 356-357; 1843.)

(2) Ed. Hébert. *Quelques renseignements nouveaux sur la constitution géologique de l'Ardenne française.* (Bull. de la Soc. géol. de France, 2e série, t. XII, pp. 1170-1171, 1185; 1855.)

(3) Thorent, *Mémoire sur la constitution géologique de la partie nord du département de l'Aisne touchant au royaume de Belgique, et de l'extrémité sud du département du Nord.* (Mém. de la Soc. géol. de France, 1re série, t. III, p. 259, pl. XXII, fig. 7; 1839.)

(4) L.-G. de Koninck, *Notice sur quelques fossiles recueillis par G. Dewalque dans le Système Gedinnien de A. Dumont.* (Ann. de la Soc. géol. de Belgique, t. III, pp. 25-52, pl. I; 1876.)

(5) J. Gosselet. *Esquisse géologique du Nord de la France et des Contrées voisines* [1er fascicule (Terrains primaires)], pp. 66-67, pl. I, fig. 7-14; 1880.

(6) E. Maillieux, *Apparition de deux formes siegeniennes dans les schistes de Mondrepuits.* (Bull. de la Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol., t. XXV, 1911, Proc.-verb., pp. 176-180, pl. B.)

celles-ci, appartenant à des genres qui sont communs au Silurien et au Dévonien, ne pouvaient avoir aucune signification quant à l'âge silurien ou dévonien du Gedinnien inférieur.

*
* *

La révision que j'ai faite de la faune des Schistes de Mondrepuis m'amène à compter, comme éléments de cette faune, les espèces suivantes [1] :

Cœlaster constellata, Thorent.
Discina sp.
Strophomena pecten, Linné.
Orthis Verneuili, de Koninck.
Orthis (*Proschizophoria*) cf. *personata*, Zeiler.
Spirifer sulcatus, Hisinger (= *S. Mercurii*, Gosselet).
Cucullella Vaissierei, Leriche.
Pterinea retroflexa, Wahlenberg (= *Avicula subcrenata*, de Koninck).
Grammysia cingulata, Hisinger (= *G. deornata*, de Koninck).
Goniophora atrebatensis, Leriche.
Bellerophon trilobatus, Sowerby.
Bellerophon megalomphalus, Leriche.
Tentaculites tenuis, Sowerby (= *T. irregularis*, de Koninck).
Orthoceras sp.
Orthoceras cf. *attenuatum*, Sowerby (= *Tentaculites grandis*, de Koninck, *non* F. Rœmer).
Homalonotus Rœmeri, de Koninck.
Acaste Downingiæ, Murchison (= *Dalmanites Heberti*, Gosselet).
Primitia Jonesii, de Koninck.
Beyrichia Klœdeni, Mc Coy (= *B. Richteri*, de Koninck).

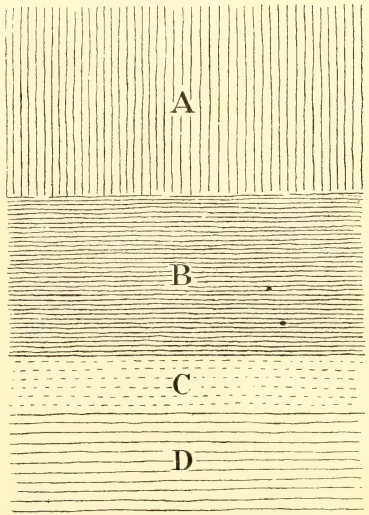
Comme on le voit, la plupart des éléments de la faune des Schistes de Mondrepuis étaient, à l'époque où parut le travail de de Koninck, des espèces connues déjà depuis longtemps dans d'autres régions. Ce sont, en grande partie, des espèces caractéristiques du Gothlandien — et en particulier du Gothlandien supérieur (Ludlow) — de l'Ouest de l'Angleterre, de l'île de Gothland et de la Scandinavie. Les Lamellibranches, les Gastropodes et les Ptéropodes sont des formes identiques à celles qui composent la faune silurienne de Liévin (Pas-de-Calais).

---

[1] Ces espèces seront décrites et figurées dans les *Mémoires du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique* (t. VI).

La limite entre le Silurien et le Dévonien.

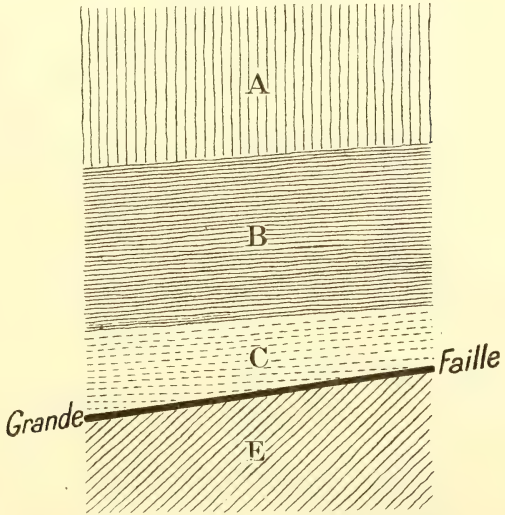
I. Dans le Shropshire
(environs de Ludlow).



DÉVONIEN. { A. Old Red Sandstone inférieur, à *Pteraspis rostrata*, *P. Crouchi*, *Cephalaspis Lyelli*.

SILURIEN. { B. Ludlow supérieur et « Passage-Beds », à *Pterinea retroflexa*, *Grammysia cingulata*, etc.
C. Ludlow moyen à *Dayia navicula*.
D. Ludlow inférieur à *Monograptus*.

II. Dans le Pas-de-Calais
(puits n° 6 de Liévin).



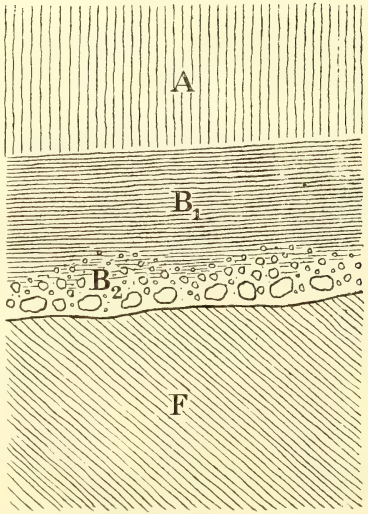
A. Grès et Schistes rouges, à *Pteraspis rostrata*, *P. Crouchi*, *P. Traquairi*, *Cephalaspis Lyelli*.

B. Grès calcarifères à *Pterinea retroflexa*, *Grammysia cingulata*, etc.

C. Grès calcarifères à *Dayia navicula*.

E. Houiller.

III. Dans l'Ardenne
(Mondrepuis).



A. Schistes d'Oignies (= Schistes de Fooz), à *Pteraspis rostrata*, *P. Traquairi*.

B_1. Schistes de Mondrepuis, à *Pterinea retroflexa*, *Grammysia cingulata*, etc.
B_2. Arkose de Haybes et Poudingue de Fépin.

F. Cambrien.

*
* *

La faune des Schistes de Mondrepuis étant silurienne, où devra-t-on tracer la limite inférieure du Dévonien, dans l'Ardenne?

Le terme Dévonien a été créé par Sedgwick et Murchison pour désigner l' « Old Red Sandstone » du Pays de Galles et son équivalent marin, dans le Devonshire.

La limite inférieure du Dévonien n'est pas visible dans le Devonshire; mais, plus au Nord, dans le Pays de Galles et le Shropshire, les relations de l'Old Red Sandstone avec le Silurien sont connues depuis longtemps.

Dans le Shropshire (fig. I, p. 330), l'Old Red Sandstone (A) repose en concordance sur l'étage de Ludlow. Celui-ci admet une division en trois parties :

(B) le Ludlow supérieur, caractérisé par la fréquence de *Pterinea retroflexa* Wahlenberg, *Grammysia cingula* Hisinger,

(C) le Ludlow moyen, à *Dayia navicula* Sowerby,

(D) le Ludlow inférieur, à *Monograptus* (*M. colonus* Barrande, etc.).

Par l'intermédiaire des « Passage-Beds », le Ludlow supérieur passe à l'Old Red Sandstone, dont la partie inférieure est caractérisée par une faune d'Ostracophores, comprenant *Pteraspis rostrata* L. Agassiz, *P. Crouchi* Lankester, *Cephalaspis Lyelli* L. Agassiz.

Le passage du Silurien au Dévonien se fait exactement de la même manière dans le Pas-de-Calais [1] (fig. II, p. 330). Dans cette région, la partie méridionale du bassin houiller est, comme on le sait, recouverte par un massif charrié, dans la constitution duquel entrent le Silurien le plus supérieur et le Dévonien le plus inférieur. Les couches à *Dayia navicula* du Ludlow moyen (C), reconnues pour la première fois par M. Ch. Barrois [2], forment la base de ce massif. Elles sont surmontées par des grès calcarifères, bleu noirâtre (B), à *Pterinea retroflexa*, *Grammysia cingulata*, dont la partie supérieure renferme des intercalations de bancs à Ostracophores (*Pteraspis Gosseleti* Leriche, *Cyathaspis Barroisi* Leriche) et représente les Passage-Beds. Ces grès calcarifères supportent, en concordance de stratification, des grès et des schistes rouges (A), caractérisés par les Ostracophores de la base de l'Old Red Sandstone (*Pteraspis rostrata*, *P. Crouchi*, *Cephalaspis Lyelli*) et par *Pteraspis Traquairi* Leriche.

---

(1) M. Leriche, *Contribution à l'étude des Poissons fossiles du Nord de la France et des régions voisines* (Thèse de doctorat et Mém. de la Soc. géol. du Nord, t. V), pp. 13-21; 1906.

(2) Ch. Barrois, *Sur la présence du Silurien à Bois-Bernard* (*Pas-de-Calais*). (Ann. de la Soc. géol. du Nord, t. XXXI, p. 14; 1902.)

Dans l'Ardenne (fig. III, p. 330), le Gedinnien repose en discordance sur le Cambrien ou sur du Silurien. Or, les Schistes de Mondrepuis (B_1), auxquels sont intimement liés l'Arkose de Haybes et le Poudingue de Fépin (B_2), renferment, comme on l'a vu, une faune identique à celle du Ludlow supérieur du Pas-de-Calais. D'autre part, les Schistes d'Oignies (= Schistes de Fooz) (A), qui les surmontent, sont caractérisés par des Ostracophores de la base de l'Old Red Sandstone de l'Angleterre et du Pas-de-Calais (*Pteraspis rostrata*, *P. Traquairi*). C'est donc entre les Schistes de Mondrepuis et les Schistes d'Oignies que devra être tracée, dans l'Ardenne, la limite entre le Silurien et le Dévonien.

* * *

De tout ce qui précède, il résulte donc que le Gedinnien inférieur de l'Ardenne — qui comprend le Poudingue de Fépin, l'Arkose de Haybes et les Schistes de Mondrepuis — appartient tout entier au Ludlow supérieur [1]. C'est, par conséquent, avant la fin du Silurien que le plissement calédonien — qui se traduit par la discordance du Poudingue de Fépin avec les formations antérieures — s'est produit en Belgique.

La formation silurienne la plus récente mise en discordance avec le Gedinnien s'observe le long de la « crête du Condroz », dans l'Entre-Sambre-et-Meuse. C'est l'assise de Thimensart, à *Monograptus colonus*, de M. Malaise [2]. Elle représente exactement le Ludlow inférieur du Pays de Galles et du Shropshire.

Cette discordance montre que le plissement calédonien se place, en Belgique, exactement à l'époque du Ludlow moyen.

Discussion.

M. Malaise. — Dans le Pays de Galles, y a-t-il discordance entre le Silurien et le Dévonien?

M. Leriche. — Non ; il y a concordance parfaite.

M. Malaise. — La coupure paléontologique entre le Silurien et le

---

[1] Ce résultat a été annoncé dans un travail antérieur : M. Leriche, *L'Histoire géologique de l'Ardenne. Leçon d'ouverture du cours de Géologie à l'Université de Bruxelles.* (Revue de l'Université de Bruxelles, ann. 1910-1911, pp. 376-377; mars 1911.)

[2] C. Malaise, *Sur l'évolution de l'Échelle stratigraphique du Siluro-Cambrien de Belgique.* (In M. Mourlon, *Texte explicatif du Levé géologique de la planchette de Genappe*, p. 33; Bruxelles, décembre 1910.)

Dévonien en Belgique présentera l'inconvénient d'avoir dans notre pays du Silurien discordant des couches dévoniennes et un autre non discordant.

Il y a toujours en Ardenne une grande lacune entre le Cambrien et toutes les assises qui le surmontent, puisque toutes les assises inférieures du Silurien y font défaut.

M. Leriche. — Dans le Shropshire, on constate parfois aussi une discordance dans la masse du Silurien ; elle correspond approximativement à la limite de l'Ordovicien et du Gothlandien.

La classification des terrains ne peut être faite que sur des données paléontologiques. Les discordances ne présentent, en effet, aucun caractère de généralité. On ne peut, pour des raisons de commodité et quel que soit l'intérêt local de ces discordances, leur donner une valeur qu'elles n'ont pas.

M. Mourlon. — M. Leriche connaît il la tranchée de Sart-Bernard? Dans cette tranchée, il y a discordance complète du poudingue d'Ombret, assimilable au poudingue de Fépin, sur les schistes siluriens.

M. Malaise. — Il n'y en a pas moins une lacune, car à Sart-Bernard le Silurien est représenté par les assises d'Arenig et de Llandleilo.

M. Leriche. — **Les fossiles de la Craie phosphatée de la Picardie.**

Inséré aux *Mémoires*.

Jules Delecourt fils. — **Détermination de la présence des eaux artésiennes au cours d'un forage.**

A maintes reprises, des puits artésiens ont traversé des couches aquifères importantes, sans que le sondeur s'en soit rendu compte.

J'exposerai aujourd'hui les raisons qui font que de tels accidents sont fréquents en pratique. Je donnerai ensuite le principe et la vérification expérimentale d'un procédé qui permet d'éviter tout mécompte de ce genre.

§ 1. — Principe des méthodes de détermination.

1. Au cours d'un forage, on dispose de deux moyens pour constater la rencontre des couches *artésiennes*.

Celles-ci étant, par définition, *captives* lors de leur rencontre, le niveau d'*équilibre hydrostatique* subira un relèvement ou dans certains cas, plus rares il est vrai, un abaissement.

La méthode habituelle consistera donc à enregistrer toutes les *variations du niveau de l'eau dans le puits.* Dès qu'un relèvement ou un abaissement brusque sera constaté, on aura touché une couche captive.

La *seconde méthode*, de beaucoup la plus précise, *consiste à jauger* la venue à un niveau rabattu fixe. Il est inutile d'ajouter que la rencontre de couches artésiennes sera indiquée par une augmentation ou une diminution de débit

§ 2. — Détermination de la rencontre des couches artésiennes par le mouvement de l'eau dans le tubage.

2. Si à première vue il paraît facile de déterminer la présence de l'eau par une variation du niveau libre, il faut reconnaître que pour les puits non jaillissants, certaines circonstances résultant soit de la *constitution du terrain*, soit des *variations saisonnières*, soit enfin du *mode de curage du trou de sonde*, rendent souvent la méthode illusoire.

3. Nappes superposées à même équilibre.

Dans certains terrains, la rencontre de *nouvelles couches aquifères* ne se manifeste par aucune dénivellation du niveau libre hydrostatique.

Les deux parties d'une couche perméable coupée par une lentille imperméable donneront plus d'eau que la seule partie supérieure, sans qu'on enregistre la moindre variation du niveau. Des faits analogues peuvent se reproduire lorsqu'on traverse les bancs d'un même *réservoir aquifère.*

Certains *cailloutis de base* peuvent avoir le même niveau hydrostatique que les terrains sous-jacents. Tel est le cas en certains points de la vallée de la Haine pour les eaux des silex verdis landeniens posant sur la craie aquifère. Si de tels faits se reproduisent dans la basse et la moyenne Belgique, on a pu en conclure abusivement que la craie n'y est pas aquifère.

4. Variations saisonnières de l'équilibre hydrostatique.

Les variations saisonnières des niveaux d'équilibre hydrostatique des couches phréatiques qui alimentent les couches artésiennes, peuvent

avoir une *amplitude de plusieurs mètres et masquer complètement les variations causées par la rencontre de couches artésiennes nouvelles.*

Qu'il me suffise à cet effet de rappeler les intéressants travaux de M. Gosselet sur les couches aquifères du Nord de la France. Ce dernier a enregistré des *variations mensuelles* de l'équilibre hydrostatique qui atteignent $2^{m}70$.

5. Variations du niveau libre dues au mode de curage du trou de sonde.

Enfin le mode de curage du trou de sonde intervient fortement sur les variations du niveau libre dans les tubes.

On peut enlever les déblais :

a) Par injection d'eau (curage continu) ;

b) Par soupapes à boue (curage discontinu).

L'*injection d'eau* entretient dans les puits un niveau d'eau factice. Pour que l'on constate la présence de l'eau dans un puits à curage continu, il faut que la couche aquifère boive les eaux d'injection. Il faut alors que le niveau absorbe les eaux d'injection et soit par conséquent *très important ou très bas*. Dans les autres cas, on n'est renseigné que par de faibles pertes d'eau qui peuvent être attribuées à une série de causes diverses. Les puits artésiens forés à injection d'eau, chez nous, sont d'ailleurs de diamètres tellement faibles qu'ils ne sont JAMAIS à conseiller quand il s'agit d'autre chose que d'un puits domestique.

Tous les travaux importants *sont donc ou devraient être forés à sec*, avec curage par *soupapes à boue* Dans ce cas, les soupapes prélèvent, en même temps que les déblais, une quantité assez considérable d'eau souterraine. L'enlèvement de celle-ci amène une variation du niveau libre de l'eau dans le puits qui masque très souvent celle causée par la rencontre des couches aquifères. Après un curage, il est facile de s'assurer qu'*il faut souvent plusieurs jours pour que le niveau rabattu remonte à la position d'équilibre hydrostatique.*

Dans les sondages où l'on chôme le dimanche, le niveau libre est toujours plus haut le lundi matin qu'à tout autre moment.

6. Conclusions.

Il résulte donc de ce qui précède :

a) *Qu'une couche aquifère peut être rencontrée sans qu'elle modifie le niveau d'équilibre hydrostatique ;*

b) *Que même si aucune couche artésienne n'est rencontrée, le niveau des eaux dans le tubage peut être excessivement variable.*

Par conséquent, la méthode qui détermine la rencontre des niveaux artésiens par la dénivellation du niveau d'équilibre hydrostatique, est souvent en défaut :

a) Parce qu'on peut passer des couches aquifères sans en être averti;

b) Parce qu'on peut croire en avoir rencontré alors qu'elles n'existent pas.

§ 3. — Détermination par pompage direct.

7. La détermination par pompage à un ou mieux encore à deux niveaux déterminés est naturellement infaillible.

Malheureusement, quiconque a assisté à des travaux de forage un peu importants se convainct immédiatement de l'impossibilité matérielle de faire des pompages fréquents avec les procédés actuels. En effet, le travail de forage utilise toute la section du tubage, et le placement à demeure d'une conduite d'aspiration ou de refoulement, ou encore d'un émulseur d'air, entraîne un chômage tellement côuteux qu'on ne l'affronte généralement que lorsqu'une brusque variation du niveau libre hydrostatique *indique formellement* ou tout au moins fait *sérieusement présumer* la rencontre d'une couche aquifère importante.

Donc, actuellement, la méthode par pompage n'est jamais qu'un *contrôle* de la détermination par la variation du niveau de l'équilibre.

8. Conditions pour qu'un pompage soit pratiquement réalisable.

Pour que l'on puisse toujours jauger directement, il faudrait qu'il existât un procédé qui réunît les conditions suivantes :

a) Être rapide, pour n'entraîner qu'un chômage insignifiant ;

b) Être précis;

c) N'utiliser que les outils usuels aux sondeurs.

9. Jaugeage par soupapes à l'eau.

On s'est souvent servi du jaugeage par soupapes à l'eau.

Si on modifie le clapet des soupapes à boue de façon à le rendre étanche à l'eau claire, on obtient un instrument de mesure qu'on peut jauger fort exactement. Si on extrait pendant un temps déterminé un certain nombre de ces soupapes, on en déduit bien un débit moyen, mais il correspond à un rabattement inconnu.

En effet, supposons que nous prenions le niveau de l'eau après les pompages; correspondra-t-il au débit moyen ? Évidemment non, puisqu'il correspond à un appel essentiellement variable qui passe de **zéro**,

pendant que la soupape est complètement dans l'eau ou hors de l'eau, à un chiffre énorme pendant que l'outil émerge. De plus, pendant que le dernier prélèvement à la couche est retiré du puits et pendant que l'on mesure le rabattement, *le niveau de l'eau dans le puits a remonté* et remonte encore. Les résultats obtenus manquent donc de précision.

Si de tels essais sont conduits pendant plusieurs jours, ils peuvent indiquer, il est vrai, que le puits est capable de donner un débit déterminé par vingt-quatre heures, mais il est impossible de prévoir quel abaissement du niveau libre va produire le prélèvement.

Le rabattement est donc inconnu, et le procédé est imprécis. De plus, il entraîne un chômage assez long, *puisqu'il faut pomper un volume suffisant pour que les eaux qui se trouvent dans le cubage n'entrent pas en ligne de compte pour augmenter le débit.*

Le jaugeage par soupapes présente, d'autre part, l'énorme avantage de ne nécessiter aucun appareil spécial, ni aucun montage particulier. Pour qu'il soit pratique, il faut le modifier dans le sens suivant :

a) Augmenter la précision ;

b) Eliminer des calculs les eaux qui se trouvent dans le puits au début des essais, pour que ceux-ci ne durent que quelques heures.

C'est ce que j'ai pu faire en jaugeant d'après le temps de remontée du niveau libre dans les tubages.

§ 4. — Jaugeage des puits artésiens par la mesure de la vitesse de relèvement des eaux dans le tubage.

10. On commencera par rabattre les eaux en pompant à l'aide de soupapes à l'eau pendant une heure ou deux. Pour prélever une quantité d'eau suffisante, pour obtenir des temps de remontée appréciables, il faut nécessairement une soupape de volume important. Pour des puits d'un diamètre inférieur à 200 millimètres, les soupapes deviennent de trop faible capacité pour que la méthode soit avantageuse. *Elle ne s'applique donc pas au puits de petit diamètre, et la perte de charge dans la colonne ascensionnelle est toujours négligeable.*

Dès lors, deux cas peuvent se présenter :

a) La couche aquifère est perméable en petit, et le débit est sensiblement proportionnel au rabattement ;

b) Le réservoir aquifère est perméable en grand, et le débit est proportionnel à la racine carrée du rabattement.

J'affirme que les puits d'un diamètre au fond inférieur à 20 centimètres doivent être toujours déconseillés. Tous les mécomptes qu'ont

donnés les nombreux puits mal forés sont, en général, imputables à la faiblesse de la section offerte à l'écoulement des eaux. La méthode de jaugeage que je préconise est donc toujours applicable aux puits bien établis.

Les essais se font avec des débits décroissants et ne doivent donc jamais donner de diagrammes inexacts à courbure inverse dont j'ai signalé l'existence dans ma *Théorie des puits artésiens.*

11. Essai de jaugeage pour les puits en couche aquifère proprement dite.

Le diamètre étant forcément grand (10), le débit est sensiblement proportionnel au rabattement. On peut donc écrire

$$Q = \alpha h,$$

avec

Q = débit pour le rabattement h;
α = coefficient sensiblement constant pour un puits déterminé.

Pendant le temps dT, le niveau de l'eau remonte d'une hauteur dh et remplit un volume cylindrique dont l'expression est

$$dQ = sdh, \qquad (1)$$

si s = section horizontale libre à l'accès de l'eau.

Ce remplissage est produit par la venue aquifère pour le rabattement h perdurant pendant le temps dT, d'où

$$dQ = \alpha h dT. \qquad (2)$$

Les équations (1) et (2) donneront

$$sdh = \alpha h dT,$$

ou, en séparant les variables,

$$s\frac{dh}{h} = \alpha dT,$$

ou, en intégrant,

$$s \log \text{nép. } h = \alpha T + c,$$

avec C = constante d'intégration.

Si donc on mesure le temps T que met le niveau libre pour remonter de la hauteur h_2 à la hauteur h_1, nous pourrons écrire

$$\frac{s}{\alpha} \log \text{nép. } \frac{h_2}{h_1} = T. \qquad (3)$$

Si d est le diamètre du tubage étanche, on a

$$s = \frac{\pi d^2}{4}.$$

Dès lors nous pouvons écrire, en ramenant (3) aux logarithmes vulgaires,

$$\alpha = 1.81 \frac{d^2}{T} \log \frac{h_2}{h_1}, \qquad (5)$$

avec

$$Q = \alpha h. \qquad (6)$$

12. Essai de pompage pour les puits en terrains perméables en grand.

Nous pouvons écrire :

$$Q = \beta \sqrt{h},$$

avec

Q = débit pour le rabattement h et
β = coefficient sensiblement constant.

En procédant comme précédemment, on trouve :

$$s dh = \beta \sqrt{h}\, dT,$$

ou, en intégrant,

$$2s \sqrt{h} = \beta T + c.$$

Si donc nous avons mesuré le temps T que met le niveau libre pour remonter du niveau h_2 au niveau h_1, nous aurons

$$2s \left(\sqrt{h_2} - \sqrt{h_1}\right) = \beta T. \qquad (7)$$

On a encore

$$1 = \frac{\pi d^2}{4},$$

d'où enfin

$$\beta = \frac{\pi d^2}{2T} \left(\sqrt{h_2} - \sqrt{h_1}\right), \qquad (8)$$

avec

$$Q = \beta \sqrt{h}. \qquad (9)$$

13. Remarque.

Si dans (3) nous faisons $h_2 > 0$ et $h_1 = 0$, nous trouvons $T = \infty$.
Il en résulte que si le diagramme rectiligne de Dupuit était rigoureu-

sement exact, un puits artésien ne reprendrait *jamais* son niveau d'équilibre après un pompage.

Il en résulte donc que la théorie de Dupuit n'est pas rigoureusement exacte, ainsi que je l'ai démontré ailleurs.

Toutefois, pour des puits à grand diamètre, les débits diffèrent peu de ceux indiqués par la droite de Dupuit, et on peut se contenter du diagramme rectiligne de ce dernier.

Dans la vérification expérimentale qui va suivre, on pourra d'ailleurs suivre les variations de α et en mesurer l'amplitude.

14. Conclusion.

Il résulte de ce qui précède qu'on peut, à l'aide de deux mesures de profondeurs et d'une mesure de temps, déterminer le débit pour un rabattement quelconque. Il est bon toutefois de répéter l'opération pour plusieurs niveaux rabattus afin de s'assurer de l'approximation des formules (5) et (8). Il reste donc, pour montrer l'exactitude de la méthode, à en donner une vérification expérimentale.

15. Application au puits artésien du couvent de Pesches.

Le puits est entièrement creusé dans le calcaire *Cobm*. Il est foré avec des trépans de 345 millimètres. Les bancs peuvent glisser étant fort inclinés (à 1/3), d'où nécessité de tuber. Pour pouvoir employer une soupape de grand diamètre, des essais ont été faits avant le tubage.

Un premier niveau artésien a été rencontré vers 12 mètres; sous ce niveau le débit est donc constant jusqu'au moment où un autre niveau artésien a été rencontré. Il a pu être établi très exactement à 310 litres à l'heure, le 7 novembre. Sous la cote — 12, à cette époque, le niveau remonte d'une hauteur constante de $3^{m}20$ à l'heure. Le puits est donc complètement étanche depuis la cote — 12 jusqu'à la nouvelle venue artésienne rencontrée dans le puits.

La capacité de 1 mètre de forage est donc de

$$\frac{310}{3,20} = 97 \text{ litres}$$

et le diamètre du trou est donné par

$$d^2 = \frac{4 \times 97}{\pi} = 35 \text{ centimètres.}$$

Dès lors les formules

$$\alpha = \frac{1.81 \times \overline{0.35}^2}{T} \log \frac{h_2}{h_1} \text{ et } Q = \alpha h$$

conduisent au tableau suivant :

Heure de la prise de niveau.	Cote de l'eau sous le sol. L	Rabattement $h = L - 3.10$.	$\frac{\log \frac{h_2}{h_1}}{T}$	α	Débit en litres à l'heure $Q = 60\,000.\ \alpha.\ h$
11.21	16,65	13,55			999
			0,005522	0,001224	
11.31	15,15	12,05			896
			0,005583	0,001238	
11,41	13,72	10,62			796
			0,005600	0 001242	
11,51	12,45	9,35			700
			0,005613	0,001245	
12,1	11,33	8,23			615
			0 005630	0,001248	
12.41	8,00	4,90			367

Variation totale de α :

$$0{,}001248 - 0{,}001224 = 0{,}000024.$$

Erreur moyenne :

$$\frac{0{,}000024}{2 \times 0{,}001236} = 0.97\ \%.$$

L'essai fait donc reconnaître que dans certains calcaires la loi de Dupuit se vérifie à peu de chose près, puisque la variation moyenne de α est de moins de 1 %. *Il en résulte que dans certains calcaires l'eau circule dans les terrains perméables en petit, elle est donc filtrée.*

La durée totale des essais a été de moins de trois heures.

La venue artésienne supérieure était tarie lors des essais du 22 novembre, le miroir du niveau libre n'étant plus troublé en dessous de la cote — 12 par les eaux qui seraient tombées dessus si la source avait encore débité.

Les essais se faisant généralement dans des tubes étanches et non dans le terrain, toute la complication que nécessite le mesurage du diamètre du trou de sonde disparaît.

16. Emploi de la méthode.

L'exemple que je viens de citer montre le degré de précision de la méthode.

Les résultats auxquels elle conduit ne dispensent toutefois pas de faire, dans certains cas, des essais de pompage à longue durée, afin de reconnaître si on a affaire à une véritable couche aquifère ou à une poche d'eau. Mais elle permet de ne jamais recourir à des pompages de longue durée qu'à bon escient et de déterminer en quelques heures, et avec une précision très suffisante, une augmentation de débit et son importance.

Les expériences pouvant être faites au cours du forage, on peut se renseigner sur l'importance particulière de chaque venue d'eau, alors qu'actuellement on ne les détermine que quand le sondage est terminé, donc toutes ensemble. Il est ainsi possible de savoir exactement d'où provient l'eau.

Depuis le 22 novembre le puits a été approfondi de $6^{m}50$ et a actuellement une profondeur totale de $67^{m}40$. Il a rencontré de nouvelles veines aquifères. Le débit actuel à l'aide d'une simple pompe aspirante peut être de 3 000 litres à l'heure et le niveau d'équilibre se trouve actuellement à moins de 2 mètres du sol.

Si on remarque que l'orifice du puits est à la cote 257 et le trop-plein phréatique de Couvin à 190, on constate, non sans étonnement, que la pente totale de la nappe est de 65 mètres sur 2 kilomètres environ, soit 32 mètres par kilomètre ! Quel torrent produirait en résurgence une nappe ayant un tel profil, si la proportionnalité du débit et du rabattement observée au puits de Pesches n'indiquait un filtrage à travers banc ou bien d'une circulation à travers des cassures vides !

Charles Fraipont. — **Les silex crétacés des Hautes-Fagnes sont des dépôts de l'Éluvium.**

A la séance du 18 novembre 1908 de la Société belge de Géologie à Bruxelles, M. Renier, en réponse à un travail de M. de Munck intitulé : *Les silex crétacés de la Haute-Ardenne belge et les silex crétacés et les Éolithes du Hohe-Venn prussien*, signale à ce dernier un travail de M. le professeur E. Holzapfel : *Das Feuersteindiluvium der nächten Umgebund von Aachen*, dans *Beobachtungen im Diluvium der gegend von Aachen* (Jahrbuch K. Preuss. Geol. Landesanst. fur 1903), dont la conclusion est la suivante : *Les dépôts à silex des Hautes-Fagnes ne peuvent résulter de la dissolution sur place des assises crétacées* (1).

Nous pensons au contraire, après Gustave Dewalque et avec la grande majorité des géologues belges, que ces dépôts à silex sont bien en place; qu'ils sont dus à la dissolution sur place des assises crétacées, qu'ils sont tout au plus en quelques points légèrement remaniés; mais qu'en aucun cas il ne peut être question de transports en grand. Nous ne voulons que défendre ici ce qui nous fut enseigné par notre savant maître, le professeur Max Lohest, opinion qui, répétons-le, fut celle de Gustave Dewalque et est celle de M. de Munck et de la grande majorité des géologues du pays.

M. Holzapfel se base pour conclure sur les observations suivantes : *La Grande Tourbière royale située entre la vallée de la Roer et celle de la Helle montre des dépôts considérables de silex meubles au milieu desquels on découvre assez fréquemment des cailloux de quartzite franchement roulés. Les silex eux-mêmes montrent souvent des traces de roulage. Ils reposent sur une couche de cailloux de quartz blanc filonien absolument identiques à ceux qui près d'Aix-la-Chapelle ne peuvent être considérés que comme tertiaires.*

Toutes ces observations sont scrupuleusement exactes; l'auteur conclut : *Les dépôts à silex ne peuvent donc résulter de la dissolution sur place*

(1) Voir *Bull. de la Soc. belge de Géol., etc.* Proc.-verb., t. XXII, pp. 307, 326, 363 et 364.

des assises crétacées. Ici nous ne sommes plus du tout d'accord et nous espérons montrer qu'en admettant l'observation des faits de M. Holzapfel, la conclusion qu'il en tire est loin d'être inéluctable.

Notre savant confrère M. Rutot a d'ailleurs parfaitement remis les choses au point à la séance du 19 janvier 1909 (voir *Procès-verbaux*, p. 5, t. XXIII); il a montré que les amas de silex en question sont bien le résidu en place de la craie à silex. M. Holzapfel signale d'ailleurs des faits assez peu nets que l'on peut expliquer par des remaniements dus à des actions secondaires qui ont pu se produire avant l'invasion de la mer aquitanienne, puis à des époques beaucoup plus récentes, postérieures au retrait de la mer poederlienne.

Après ces judicieuses observations de M. Rutot, la question aurait pu en rester là, et si j'en reparle aujourd'hui, c'est pour rappeler l'opinion de Dewalque à ce sujet et pour rappeler une constatation que j'ai faite dans les sablières du Sart-Tilman, constatation qui explique bien des choses et montre entre autres un remaniement évident du tapis à silex, en certains points tout au moins, par la mer aquitanienne elle-même.

Je pense aussi qu'il n'est pas mauvais d'en finir une bonne fois de cette vieille querelle... éluvium... diluvium, en montrant l'accord unanime des Dewalque, des Lohest, des Rutot, des de Munck, etc., pour considérer, aujourd'hui comme toujours, qu'il ne s'agit de diluvium, ni pour le tapis à silex des Hautes-Fagnes ou de la Hohe-Venn, ni pour les autres débris du Crétacé que l'on retrouve de-ci de-là sur nos plateaux.

Je crois apporter pour ma part quelques éléments nouveaux à cette question que je m'excuse encore une fois de remettre sur le tapis.

Ce qui paraît le plus démonstratif dans l'hypothèse de M. Holzapfel, c'est l'existence du cailloutis de quartz sous le tapis à silex.

La présence *sous* le dépôt d'un cailloutis de quartz filonien identique à des cailloutis d'âge tertiaire ne démontre pas l'âge tertiaire de ce cailloutis; on peut admettre simplement que les mêmes causes ont produit les mêmes effets et avant le dépôt de la mer crétacée et après ce dépôt pendant la période tertiaire; il a seulement fallu qu'à ces deux époques affleurent quelque part les roches que coupaient ces filons de quartz d'où proviennent les cailloux en question. La présence des cailloux de quartzite avec les silex roulés et les silex simplement brisés ou entiers sera facilement expliquée aussi par un exemple pris au Sart-Tilman, près de Liége.

Nous avons, dans un travail publié à la Société géologique de Bel-

gique, donné la coupe d'une sablière [1] qui, en résumé, est la suivante : A la base, le schiste du Dévonien inférieur, puis le conglomérat à silex crétacé, *indiscutablement en place*, au-dessus 3 mètres de sables de l'Oligocène supérieur, enfin un lit de *silex roulés* plus ou moins volumineux, ensuite des sables blanc-jaune et rosés, puis un épais cailloutis de quartz blanc, de quartzite et autres roches ardennaises englobés dans une argile rougeâtre; au-dessus enfin, une glaise rougeâtre, puis le limon quaternaire et la terre arable. Coupe identique presque à celle de Boncelles, sauf le lit de silex roulés.

Tout ceci a été constaté à une excursion à laquelle furent invités les membres de nos deux sociétés géologiques, à laquelle prirent part MM. Julien Fraipont, Max Lohest, P. Fourmarier, R. d'Andrimont, G. Lespineux, etc., et qui eut lieu le 6 avril 1908 [1].

En un point de la coupe, M. Paul Fourmarier fit observer que le cailloutis de silex ravine le sable oligocène sous-jacent et qu'à ces silex sont mêlés des cailloux blancs et des cailloux de quartzite, et il conclut à un remaniement.

Supposons que l'érosion se soit fait sentir davantage sur cette sablière; supposons que les sables oligocènes soient disparus; supposons que le sommet du conglomérat à silex, résidu de toute la série crétacée, ait été remanié, ce qui est tout naturel, puisque pendant la dissolution de cette série nous sommes en pleine période continentale et que la mer tertiaire a progressivement envahi la région, remaniant la partie superficielle des couches côtières, si je puis m'exprimer ainsi.

Qu'aurons-nous donc finalement sous les yeux aujourd'hui?

Le conglomérat à silex en place, avec sa partie supérieure remaniée, avec les silex roulés qui, jadis, en étaient séparés par les sables oligocènes, avec les cailloux de quartzite et de quartz, qui se trouvaient plus haut encore dans la série des couches, et ces graviers, comme l'a dit déjà Gustave Dewalque, se sont infiltrés avec l'argile, résidu de la dissolution de la roche, dans les interstices entre les silex en place.

Si l'érosion a été plus complète encore, s'il ne reste aucune coupe apparente dans ce vestige du Crétacé, nous aurons le sol primaire simplement recouvert de silex entiers, de silex brisés, de silex roulés par la mer tertiaire, de cailloux de quartz ou de quartzite plus jeunes

---

[1] *Les sablières du Sart-Tilman lez-Liége* et *Excursion du 26 avril 1908*, par Charles Fraipont. (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, Bull., t. XXXV.)

encore peut-être, et nous n'aurons pas dû recourir au diluvium pour expliquer cela.

Cependant, d'où venaient les silex roulés?

Évidemment d'une falaise de Crétacé existant pendant l'Oligocène supérieur.

Nous croyons avoir montré que les faits observés par M. Holzapfel sont explicables en conservant l'hypothèse généralement admise qui range ces dépôts dans l'Eluvium; nous allons montrer, en transcrivant simplement la description faite par Gustave Dewalque de la tranchée du Hockay, qu'il n'y a pas le moindre doute que pour ce point en particulier nous avons bien de l'Eluvium :

« Nous arrivons ainsi à la grande tranchée de la halte du Hockay, longue de 1 100 mètres, profonde de 18 mètres. La surface du Revinien s'abaisse légèrement, en ondulant, jusqu'au point où la profondeur est la plus grande; ici, il n'est visible que sur 3 ou 4 mètres de hauteur, et formé de phyllades avec quelques quartzites altérés, à peu près parallèles à la voie ferrée et inclinés d'environ 60° vers le Sud-Sud-Est. Près de la surface, le phyllade est généralement altéré et converti en argile noirâtre, puis grisâtre, de faible épaisseur. On y a trouvé des cavités produites par des animaux perforants. Le reste de la tranchée est formé par le conglomérat à silex. D'après d'anciennes notes, dont les éboulis ne permettent pas de vérifier l'exactitude, on trouve d'abord une couche de cailloux de quartzite plus ou moins roulés, empâtés dans une terre grise ou jaune; cette couche, épaisse de 1 à 3 mètres, passe vers le haut à un gravier mêlé de sable grossier, argileux, dans lequel se voient quelques lignes rouges ou noires et manganésifères. Cette couche, épaisse de 0m50 au plus, est un peu inégale et ondulée. Vient ensuite *le conglomérat à silex proprement dit, formé de silex entiers ou brisés, mais non roulés,* fortement altérés, mats, blanc jaunâtre, dans lesquels on trouve quelques fossiles à l'état de moules. L'altération a généralement pénétré toute la masse du silex; parfois pourtant on en trouve dont l'intérieur est resté translucide et noir. Ceux-ci paraissent provenir de la craie blanche; la grande masse semble, au contraire, provenir de la craie maestrichtienne. Il est regrettable, comme le dit M. E. Delvaux, que l'on ne connaisse pas l'épaisseur de chaque série. Les interstices entre les silex sont occupés par une argile jaune absolument exempte de carbonate de calcium; on a recueilli aussi des graviers, jusqu'à une certaine hauteur. Il y en a peut-être jusqu'au haut de la tranchée, bien que nos anciennes notes n'en renferment aucune mention. Nous ne croyons pas, contrairement

à l'idée émise par M. E. Delvaux, qu'il y ait un dépôt de cailloux roulés au sommet. Nous avons vu souvent cette tranchée et nous ne nous souvenons de rien de pareil. Cela ne veut pas dire pourtant que nous repoussions l'idée qu'un tel dépôt ait existé au sommet de cette crête; au contraire. En effet, on est d'accord pour croire que nous sommes en présence des restes d'assises crétacées dont le calcaire a été dissous et dont *les silex se sont affaissés et tassés sur place;* il est donc évident que si l'on rencontre des graviers dans leur masse, ce que nous ne voulons pas nier, ces graviers doivent provenir d'un dépôt postérieur dont certaines parties se sont infiltrées et mélangées à l'argile, résidu de la dissolution de la roche (1).

» Mais, encore une fois, il ne nous est pas démontré qu'il y ait ici d'autres graviers que ceux dont nous avons jadis noté la présence en dessous des silex (2). »

Dans son *Prodrome d'une description géologique de la Belgique*, Dewalque considère encore ces dépôts des Hautes-Fagnes comme des lambeaux que l'on peut rattacher aux bassins crétacés. Il les indique comme tels sur sa Carte géologique au 500 000e; d'Omalius d'Halloy l'avait fait aussi avant lui.

M. Max Lohest, dans son travail : *Des gisements de phosphate de chaux de la Hesbaye et de l'étendue de la zone où l'on peut espérer les rencontrer* (3), les considère comme bien en place.

Mais revenons à présent à un point un peu plus délicat de la question, le fait de trouver le tapis de silex *superposé* à un cailloutis de quartz filonien. Pourquoi n'aurait-il pu, comme nous l'insinuions tantôt, y avoir par endroits, au moment de l'invasion de la mer crétacée, des cailloux roulés semblables à ceux rencontrés dans le Tertiaire? Nous trouvons au Sart-Tilman, au-dessus du tapis de silex bien en place, et interstratifié dans des sables de l'Oligocène supérieur, un banc de cailloux de silex, lesquels cailloux ont, sans qu'il soit possible d'en douter, été amenés là et roulés dans leur transport pendant l'Oligocène supérieur. (Leur position stratigraphique le démontre à l'évidence.)

---

(1) Ne serait-ce pas là simplement la couche de cailloux tertiaire sous-jacente aux silex de la Hohe-Venn?

(2) *Session extraordinaire à Spa, tenue les 30 et 31 août et 1er septembre 1885*, par Gustave Dewalque. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XIII. Bulletins, 35-36.) Voir aussi : *Nouvelles observations dans la tranchée de Hockay.* (*Ibid.*, t. XXV.)

(3) *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XVII, p. 146. Voir aussi Lohest, *L'assise à silex en Hesbaye n'est pas un dépôt de transport.* (*Ibidem*, t. XII, p. M55.)

Si, d'autre part, on admet que les silex de la Grande Tourbière royale ne sont pas en place, pourquoi les cailloux de quartz sous-jacents le seraient-ils? S'ils ne le sont ni les uns ni les autres, on peut admettre en ce point un remaniement local. Mais de là à admettre que l'ensemble du dépôt de silex de la Hohe-Venn et des Hautes-Fagnes sont du Diluvium, il y a un abîme. Est-il absolument certain que l'on n'a pas affaire même là-bas à des cailloux infiltrés entre les blocaux de silex? A l'endroit même où M. Holzapfel a fait ses observations, les silex montrent, dit-il, *souvent* des traces de roulage; des *traces...*, *souvent...* : il y a donc encore des silex entiers ou brisés et non roulés, le phénomène de *roulage* a donc été de peu d'intensité! Pour moi, à bien peu de chose près, il en est de cet endroit même comme de la coupe du Hockay, avec un léger remaniement local en plus peut-être, mais à mon avis le Diluvium n'a rien à faire dans tout cela. Nous admettrions plutôt par endroits un dépôt de cailloux de quartz précrétacé qui n'aurait, je le répète, rien de bien étrange.

Concluons donc: M. Holzapfel ne prouve pas d'une façon indiscutable qu'aux points qu'il a observés les silex ne sont pas le résidu en place du Crétacé; d'autre part, Gustave Dewalque a montré, en 1885, qu'au Hockay (Hautes-Fagnes) nous avions bien affaire au résidu en place du Crétacé. Nous sommes donc en droit de conclure que, malgré ce qu'on en a dit, la vieille hypothèse de Dewalque reste la bonne et que les silex crétacés des Hautes-Fagnes sont de l'Eluvium.

Hans Pohlig. — **Une ancienne embouchure de la Meuse près de Bonn** (2e partie) [1].

J'ai complété ma première publication sur cette question dans la dernière *Naturforscher Versammlung*, à Cologne.

La présente communication est destinée surtout à indiquer des faits nouveaux qui viennent appuyer ma thèse de l'existence d'une embouchure de l'ancienne Meuse, dans l'ancienne lagune de Bonn-Cologne.

Parmi les géologues actuels, je me trouve être le seul qui ait pu constater la présence de ces dépôts de la Meuse près de Bonn, il y a à peu près vingt-cinq ans; ils se trouvent aujourd'hui enterrés sous les éboulis des pentes, mais il serait facile de les mettre de nouveau à

---

[1] Première partie, *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XX, 1906.

découvert. Ces dépôts ne sont pas identiques aux graviers à silex oolithiques, car ceux-ci sont plus récents que les dépôts pliocènes, puisqu'ils datent du Quaternaire glaciaire ancien, et ils recouvrent les dépôts de la Meuse ancienne. La carrière de sable dans laquelle on a trouvé en abondance les silex oolithiques, inexistante encore au moment de mes constatations, se trouve à environ 1 kilomètre au Sud de l'endroit du gisement des dépôts fluviaux de la Meuse et s'en trouve séparée par une vallée; ceux-ci se voyaient dans une fosse aujourd'hui comblée par l'éboulis autant que par la végétation.

On sait que les silex oolithiques sont fréquents dans le gravier de la Meuse actuelle, mais comme on les rencontre tout aussi fréquemment dans le gravier ancien du Rhin, du bassin de Mayence, il faut se garder de leur attribuer une importance stratigraphique trop considérable. Ces silex se rencontrent à Bonn dans les graviers les plus anciens, mais lorsque les dépôts du fleuve moséen se sont formés dans la région, le Rhin en aval de Mayence n'existait pas encore, et sur son emplacement il y avait une rivière venant du Nord, de la région du bassin de Neuwied vers la lagune d'eau saumâtre d'abord et ensuite d'eau douce qui occupait le bassin de Mayence et où sont venus s'accumuler les dépôts de lignite pliocène de la Wetterau. On sait que la Moselle du Quaternaire ancien coulait par Toul vers la Meuse. Celle-ci a débouché autrefois par plusieurs bras passant entre Cologne et Bonn dans l'ancienne lagune du Bas-Rhin, et nous en trouvons la preuve dans la présence de nombreux galets fossilifères aux environs de Bonn, Cologne et Aix-la-Chapelle, alors qu'on n'en trouve pas trace en amont dans la vallée du Rhin actuel. Ces galets ne peuvent provenir que de l'Ouest. Les fossiles proviennent surtout de l'étage oxfordien. Près de Bonn on rencontre en masse, et dans un état de conservation parfait, *Millericrinus horridus*, *M. echinatus* et d'autres espèces. Il y a aussi des restes de grandes ammonites du Jurassique moyen, *Stephanoceras Blagdeni*, surtout fréquents près d'Aix-la-Chapelle; en outre, de grandes *Siphonia* du Crétacé dans le voisinage de Bonn, avec de grands galets de calcaire carbonifère renfermant *Poteriocrinus crassus*. On peut joindre aux précédents les Alvéolines que Rauff a découvertes dans le voisinage de Dusseldorf et le *Pecten pulchellus* que j'ai trouvé dans les silex crétacés de Neanderthal.

La Meuse a même coulé à une certaine époque sur la surface du Hohe-Venn, à l'Ouest de Bonn, et au Nord de celui-ci se trouvaient, comme barrière, des masses paléozoïques qui ont été enlevées plus tard par l'érosion. La Meuse a laissé sur la surface du Hohe-Venn des

galets de roches crétacées avec *Ananchytes ovata*, *Pecten pulchellus*, etc., qui ont été constatés par Holzapfel, Stamm et d'autres. Il n'est pas possible de déterminer si le dépôt de ces galets a précédé ou suivi l'époque où le fleuve a commencé à traverser les Ardennes. En tout cas, partout ailleurs les géologues ont l'habitude de considérer les galets qui viennent recouvrir les sommets des masses continentales comme des dépôts fluviatiles anciens, et il n'est pas possible d'admettre l'explication fournie par certains auteurs.

Nous rejetons absolument l'hypothèse, émise par quelques-uns, d'une couverture tertiaire, crétacée, oxfordienne, etc., du bassin de la Moselle supérieure et de toute cette partie de la périphérie du bassin de Paris.

Mais comment expliquer la présence d'une embouchure de la Meuse en un point situé si loin vers le Sud? Aux arguments que j'ai exposés au Congrès de Cologne, je puis en ajouter d'autres. Les galets crétacés du Hohe-Venn sont venus d'abord des affluents occidentaux de la Meuse. Nous connaissons une série de faits qui autorisent la conclusion que la Meuse ancienne aurait coulé autrefois à l'Est du Hohe-Venn et qu'elle traversait au Nord de cette région une barrière formée par des couches crétacées et tertiaires moyennes qui s'étendait à travers la région du Bas-Rhin depuis Aix-la-Chapelle jusque Dusseldorf.

De cette barrière, détruite plus tard par la Meuse, le Rhin et la Sieg, on peut encore retrouver quelques témoins, tels la falaise crétacée de Zulpich, la masse oligocène supérieure de Rheidt, retrouvée tout récemment, qui correspond à celle de Grafenberg-Gerresheim, près de Dusseldorf, et nous montre que pendant le Tertiaire moyen il y avait là un appareil littoral avec formations dunales, de direction Est-Ouest.

Mais ce sont surtout les lignites du Bas-Rhin qui témoignent en faveur de l'existence de cette barrière. Nos lignites ne peuvent être des formations allochtones comme le pensent les géologues du Service. D'après mes recherches, qui durent depuis plus de trente années, elles sont incontestablement autochtones. Ce mode de formation de couches de lignite, dont l'épaisseur peut dépasser 100 mètres, doit être admis tout aussi bien que pour les couches de houille de la même région. Il y a eu affaissement lent et régulier d'un bassin qui était fermé vers le Nord par un anticlinal.

On a maintenant admis l'âge miocène que j'avais attribué à nos lignites, sans cependant citer le fait que j'ai été le premier à publier cette détermination et à nier leur âge oligocène admis jusqu'alors. De

même, on a ignoré mes publications qui démontraient la nature volcanique des tufs du Siebengebirge, alors qu'on les considérait comme des conglomérats; il m'a été, d'un autre côté, facile de les diviser en tufs trachytiques, andésitiques et basaltiques, et de découvrir le Pliocène du Bas-Rhin.

Mais on n'a pas tenu compte du fait que je n'ai reconnu nos lignites comme miocènes que pour autant que l'on renonçât à considérer l'Oligocène comme une division autonome du Tertiaire. L'Oligocène, tel que Beyrich l'avait conçu, s'est trouvé être une conception erronée. Mais on a introduit plus tard le terme de façon diplomatique, en retranchant des sections de l'Éocène et du Miocène pour les réunir dans l'Oligocène. Aussi des spécialistes distingués, tels que Hebert, n'ont pas voulu admettre ce mélange conventionnel, et même au dernier Congrès géologique international de Londres, auquel assistaient Beyrich et son neveu Dames, l'existence de l'Oligocène est restée en discussion.

Aujourd'hui encore, la géologie du Tertiaire continental présente de nombreuses difficultés s'opposant au maintien de l'Oligocène.

Discussion.

Le Secrétaire général fait remarquer que les thèses de MM. Fraipont et Pohlig, qu'il vient de résumer, sont contradictoires au sujet de l'origine des silex des Hautes-Fagnes; c'est pourquoi il a proposé que la discussion les englobât toutes deux.

Il a visité le gisement du Hockay, qui ne lui a absolument pas donné l'impression de dépôt fluviatile.

M. Malaise. — La thèse que rappelle M. Fraipont faisait déjà partie de la thèse de doctorat de Dewalque; il attribuait la présence de silex crétacés sur les Hautes-Fagnes à un relèvement récent de l'Ardenne.

M. Rutot rappelle que la solution du problème de l'origine des amas de silex des Hautes-Fagnes se trouve également à Boncelles, près de Liége, attendu que le cailloutis, loin de se rencontrer à la surface du sol, se trouve très bien représenté sous 15 mètres de sable marin aquitanien avec faune.

Ce sable oligocène supérieur repose sur un cailloutis épais de $0^{m}30$ à 2 mètres, qu'à première vue on reconnaît être l'ultime résidu de la dissolution *sur place* d'une couche de craie à silex qui s'étendait sur le Primaire.

Mais si l'on regarde de plus près, on voit que de nombreux galets de

silex roulés, souvent plats et allongés, de nature toute différente de celle du cailloutis, sont logés dans les interstices des blocs de silex.

Puisque cet ensemble caillouteux est situé sous l'Aquitanien, il ne peut donc être question de Diluvium, et M. Rutot est d'avis que les cailloux roulés ont été charriés du Sud par des eaux sauvages qui se jetaient dans la mer oligocène, alors que des rivages s'avançaient vers le Sud pour recouvrir enfin toute la région.

Le cailloutis, pris en bloc, est donc un Eluvium tertiaire dont la partie supérieure a été plus ou moins remaniée par des eaux courantes qui charriaient des galets de silex noir, le tout étant pré-aquitanien.

Une bonne preuve de la réalité de cette interprétation existe, du reste, dans une autre sablière, à Boncelles, où l'on constate que le cailloutis se divise en deux zones : une inférieure où les silex sont empâtés dans une argile rouge, dure, *dépourvue de cailloux roulés* et qui est la *vraie argile à silex* originale; quant à la couche supérieure, elle montre les silex empâtés dans un sable argileux jaune, *avec galets roulés de silex noir*.

Là, l'action des eaux courantes sur le cailloutis original a été insuffisante pour le remanier à fond, aussi les deux facies sont-ils visibles et superposés.

Rappelons que dans cette sablière, comme dans les autres, le cailloutis est surmonté d'une quinzaine de mètres de sable marin aquitanien avec nombreux fossiles.

M. Leriche. — Je crois que la présence de galets dans le tapis de silex peut provenir du remaniement de celui-ci par la mer aquitanienne.

M. Greindl. — Les galets roulés trouvés de-ci de-là dans le tapis de silex sont des galets plats fluviatiles, à la différence des galets littoraux, que le remaniement par les vagues arrondit en boule.

Il semble que le même terme de « galets » ne devrait pas s'appliquer à ces deux cas, absolument différents.

M. Pohlig fait remarquer qu'un extrait de son premier article sur la Meuse, dans la *Gazette de Cologne*, a fait revivre l'ancien projet de Charlemagne et Napoléon Ier, d'un canal de Bonn au delà d'Aix jusqu'à la Meuse; on vient de constituer un comité à Aix-la-Chapelle qui pense à exécuter sérieusement de nos jours cet ancien et important projet.

La séance est levée à 21 h. 45.

ANNEXE AU PROCES-VERBAL

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE

Comte F. de Montessus de Ballore. — **La sismologie moderne** (*Les tremblements de terre*). Un volume in-18 avec 64 figures et cartes dont 16 planches de reproductions photographiques et 2 cartes hors texte. Librairie Armand Colin, rue de Mézières, 5, Paris. Prix : broché, 4 francs.

En deux ouvrages rapidement devenus classiques, et qui se complètent l'un par l'autre, le comte de Montessus de Ballore a renouvelé de toutes pièces dans notre pays, voici quelque cinq ans, l'étude raisonnée des tremblements de terre. Mais la *Géographie séismologique* et la *Science séismologique*, par leur cadre même et par leurs proportions, s'adressaient en première ligne aux spécialistes ou tout au moins aux lecteurs possédant des connaissances étendues dans le domaine des branches voisines.

Il restait à exposer au public cultivé, sous une forme plus brève et plus facilement accessible, les résultats acquis en coordonnant les observations innombrables qui, depuis un demi-siècle, ont eu ces mystérieux phénomènes pour objet.

La *Sismologie moderne* vient combler heureusement cette lacune. Dégageant de sa longue enquête les faits essentiels, l'auteur met à la portée de tous, avec les notions indispensables sur les méthodes et les instruments employés, les conclusions générales qu'il a su, le premier, formuler d'une manière définitive. Après avoir établi que la cause des mouvements qui agitent l'écorce terrestre réside dans son épaisseur même, et non en dehors, M. de Montessus donne quelques détails sur

les secousses ressenties en France et dans nos colonies. Il termine en décrivant les effets des tremblements de terre sur les constructions et en indiquant les moyens que l'expérience et la théorie ont suggérés pour y remédier. (*Communiqué.*)

Émile Haug. — **Traité de géologie. — Les périodes géologiques** (fascicule 3 du tome II). Période nummulitique. — Période néogène. — Période quaternaire. — Caractères généraux; répartition géographique et principaux types; résultats généraux (paléogéographie; provinces zoologiques et climats, mouvements orogéniques et épirogéniques, phénomènes volcaniques et métamorphisme); bibliographie. Index alphabétiques et tables de l'ouvrage entier. In-8° raisin (26 × 16), 640 pages, avec 81 figures et cartes, 16 planches de reproductions photographiques hors texte. Prix : broché, 11 francs.

Avec le troisième fascicule du tome II se trouve terminée la publication du *Traité de géologie* de M. Haug, dont le premier volume a paru en novembre 1907. Ce fascicule, consacré principalement à l'étude des terrains tertiaires et quaternaires, contient les index et les tables de tout l'ouvrage.

Les trois périodes traitées dans ce fascicule — Nummulitique, Néogène et Quaternaire, les trois dernières de l'histoire du Globe, — sont intéressantes à des titres divers.

Le Nummulitique, aussi appelé Éogène ou Paléogène, correspondant à l'Éocène et à l'Oligocène des auteurs, est représenté en France par la série classique du bassin de Paris. L'étude que lui consacre M. Haug rendra d'autant plus de services aux professionnels et aux amateurs qu'il n'existe pas de monographie détaillée du Tertiaire parisien et que mainte coupe, familière aux étudiants qui suivent les cours des établissements d'enseignement supérieur, est encore inédite. Ainsi se trouve amplement justifié le développement considérable donné dans l'ouvrage au Nummulitique du bassin anglo-parisien. On y trouvera également des données nombreuses relatives à ce système dans les régions méditerranéennes et dans les zones où sont localisés les mouvements orogéniques.

Les dépôts de la période néogène sont particulièrement bien déve-

loppés sur les bords de la mer du Nord, dans le bassin de Bordeaux, dans la vallée du Rhône, en Italie, dans le bassin de Vienne, dans l'Europe orientale, et il est intéressant d'étudier les étapes par lesquelles passent ces régions, qui deviendront le berceau des civilisations modernes, pour prendre peu à peu leur configuration actuelle. Dans ce chapitre comme dans le précédent, l'auteur a insisté, plus qu'on ne l'a fait dans les ouvrages similaires, sur les formations continentales et sur le jour que projette l'étude de leurs faunes sur les enchaînements et sur les migrations des Mammifères.

Dans le chapitre consacré aux terrains quaternaires, une part très grande est faite aux recherches récentes des géologues suédois et norvégiens sur l'histoire du bouclier scandinave, au cours de la période glaciaire et aux époques qui ont immédiatement fait suite à cette période. Les phases successives de la période glaciaire dans les Alpes sont ici décrites, pour la première fois dans un ouvrage didactique, avec le développement qu'elles comportent. Enfin, une place particulièrement importante est accordée à l'exposé des découvertes récentes sur l'Homme fossile et sur la succession des civilisations préhistoriques.

*
* *

Dans ces trois chapitres, le plan suivi est le même que pour les périodes précédentes. Une illustration abondante en facilite grandement la lecture.

Les listes bibliographiques qui accompagnent chaque chapitre comportent au total, pour ce dernier fascicule, plus de 1 000 références. Dans aucun ouvrage, il n'existe de bibliographie aussi complète des terrains tertiaires et quaternaires.

Enfin, les index alphabétiques des termes techniques, des localités et des auteurs cités, une table des matières détaillée, une table des figures et une table des planches, placés à la fin de ce fascicule, constituent un complément indispensable au *Traité de géologie*.

(*Communiqué.*)

J. Brunhes, E. Chaix et E. de Martonne. — **Atlas photographique des formes du relief terrestre** (fascicule spécimen). *Documents morphologiques caractéristiques avec notices scientifiques, publiés sous les auspices d'une Commission internationale permanente.*

Les membres du Comité exécutif soumettent à l'examen du public scientifique le spécimen de l'Atlas photographique des formes du relief; ils font en même temps appel aux collaborateurs et aux souscripteurs de cette œuvre grandiose.

Afin de permettre aux membres de la Société belge de Géologie d'apporter leur pierre au monument qui s'élève, nous reproduisons ci-dessous la demande de documents du Comité exécutif :

Les documents photographiques.

Le Comité exécutif fait appel à tous ceux qui approuvent l'entreprise et font des photographies ou ont l'occasion de s'en procurer. Nous les prions de bien vouloir nous communiquer celles qui représentent des phénomènes rentrant dans l'un de nos chapitres.

Nous savons, nous qui avons fait plusieurs milliers de photographies morphologiques, que nous demandons un sacrifice, car chaque cliché représente une partie d'un voyage ou d'une excursion, souvent des heures de marche, de montée ou de descente. Mais tant de documents scientifiques précieux restent inutilisés! Il vaut mieux en faire profiter tout le monde scientifique, d'autant plus que les négatifs s'effacent à la longue — chacun en a fait la triste expérience.

Nous nous permettons quelques indications pratiques :

1. Le cliché. — Autant que possible, il faut que le phénomène intéressant se trouve vers le centre de l'image. — Rechercher les cas les plus simples. — Dans les phénomènes changeants (volcans, ravinements, etc.), il serait précieux d'avoir des photographies prises d'un même point à des époques diverses. — L'éclairage est naturellement capital; la netteté, par mise au point exacte, l'est encore plus. — Noter toujours l'endroit d'où la photographie est prise et la date.

2. Nature des documents. — Pour le *classement* des phénomènes et le travail préliminaire de préparation de l'ouvrage, nous avons besoin d'*épreuves sur papier* — peu importe leur qualité — et on peut nous les

envoyer *non fixées* (mais bien protégées contre la lumière par du papier jaune ou rouge). Nous les fixerons nous-mêmes.

3. Dimensions. — Même des clichés de dimensions inférieures à 9 × 12 pourront être utiles : s'ils sont extrêmement nets ils peuvent être agrandis, et ils pourront toujours être précieux pour nous *suggérer* quelque idée ou nous engager à faire refaire telle vue en plus grand.

En tout cas, qu'aucun photographe n'hésite à soumettre à notre jugement un document qui lui paraît intéressant pour notre publication : toute contribution documentaire sera accueillie avec une vraie gratitude.

4. Inscriptions. — Qu'on veuille bien inscrire au verso des épreuves (aussi lisiblement que possible) — le nom et l'adresse de l'auteur, l'endroit et aussi le phénomène principal représenté; la date de confection du cliché.

5. Renvoi des épreuves. — La publication de l'*Atlas* durera huit à dix ans, et nous devrons garder sous la main tous les documents relatifs à tel chapitre jusqu'à ce que ce chapitre soit fini; comme nous traiterons toujours plusieurs chapitres parallèlement, nous devons réunir dès l'abord les documents *relatifs à tout l'Atlas*. C'est dire que les épreuves qui nous seront envoyées resteront entre nos mains pendant longtemps. Mais elles seront cependant restituées, à moins que l'auteur nous écrive dès l'abord qu'il n'y tient pas — ce qui nous facilitera beaucoup les choses. On peut envoyer les documents à l'un quelconque d'entre nous, mais c'est pourtant M. Chaix qui est chargé de centraliser tout.

Le Comité exécutif :

J. Brunhes, prof^r^	E. Chaix, prof^r^	Emm. de Martonne, prof^r^
Fribourg (Suisse).	Mail, 23, Genève.	248, Blvd. Raspail, Paris.

Le plan général de l'Atlas permettra également à nos confrères de se rendre compte des chapitres auxquels se rapportent les photographies qu'ils pourraient communiquer :

Plan de classement systématique.

Références à quelques ouvrages qui se trouvent partout :

Da. = Physical Geography. W. M. Davis.
Ma. = Traité de Géographie physique. Emm. de Martonne.
Pk. = Morphologie der Erdoberfläche. A. Penck.
Su. = Grundzüge der physischen Erdkunde. A. Supan.

I. — *Formes dues à la désagrégation et à l'action de la pesanteur.*

A. Effets de la désagrégation mécanique :

1. Effets du gel (haute montagne, aiguilles, « gendarmes », crêtes croulantes, sommets de blocs , (*Ma*. pl. V ; *Su*. p. 343 ss.). Parois de rochers. — Pays arctiques et subarctiques : déserts de pierre.
2. Effets de l'insolation. Blocs éclatés (*Ma*. p. 408). — Desquamation, exfoliation (*Pk*. I, 204).

B. Effets de la décomposition chimique (*Chemische Zersetzung ; chemical disintegration*) :

1. Lapiés simples et peu évolués (diaclases élargies perforations, cannelures, dans grès, granite. calcaires). — Tafoni.
2. Boules formées dans des arènes de décomposition, de granite, grès, diabase (*Ma*. p. 452, fig. 196-197).

C. Mouvements graduels des débris dans les régions tempérées et chaudes (*Langsame Massenbewegungen. Creeping of the waste*) :

1. Éboulis, divers types suivant la nature des roches (Schutthalden, Talus of rock waste) (*Pk*. I, 219 ss.).
2. Éboulis d'avalanches (Lawinenhalden).
3. Transitions du talus d'avalanches à la moraine, « erratique de névé ».

D. Mouvements lents des débris dans les régions arctiques, à so temporairement gelé :

1. Phénomène de tassement Solifluction (*Ma*. p. 423-424; *Da*. p. 271).
2. Coulées de pierres. Rockglaciers.

E. Formes dues à l'écroulement brusque de masses désagrégées :

Eboulements (Bergsturz, Landslide, *Ma*. p. 410; *Da*. p. 270; *Pk*. I, p. 222 ss.). Vues d'ensemble. — Détails : niche, front, bords.

II. — *Formes élémentaires dues à l'érosion par les eaux courantes.*

(*Formes de première jeunesse et formes des pays arides.*)

A. Ravinements élémentaires :

1. Rigoles plus ou moins conjuguées (suivre le phénomène par photographies successives prises du même point).
2. Pyramides de terre (Erdpyramiden, piramidi delle fate).

B. Formes de creusement du lit :

Marmites simples, accolées, conjuguées. — Chenal à marmites. — Marmites latérales.

C. Torrents :

1. Vue d'ensemble (*Ma.* p. 414).
2. Détail du bassin de réception, décollements.
3. Détail du canal d'écoulement : lave (Mure).
4. Cône de déjection, divers types suivant la pente, la nature des roches du bassin de réception, etc.

D. Formes de ruissellement désertique :

Lave (Murgang) désertique. — Zone d'épandage. — Oued à sec, en crue, etc.

III. — *Formes complexes dues à l'érosion organisée des eaux courantes.*

A. Formes de jeunesse :

1. Gorges étroites à versants non façonnés (avec chute, avec rapide).
2. Gradin de confluence non glaciaire.
3. Versants en voie d'aplanissement : par ravinement (*Ma.* p. 423, fig. 180), par glissement, tassement dû aux sources, etc.
4. Lignes instables de partage des eaux. — Cols dissymétriques. — Captures, imminentes, en voie d'accomplissement (*Ma.* pp. 419-422, pl. IX ; *Da.* pp. 247-248).

B Formes de maturité plus ou moins avancée :

1. Modelé de maturité (*Ma.* pp. 439-440 ; *Da.* p. 187; *Pk.* II, 65 ss.).
2. Modelé de sénilité, pénéplaine Fastebene).
3. Témoin d'érosion, Monadnock (*Da.* 190, 197).
4. Méandres encaissés, divers stades ; recoupements (*Ma.* pp. 432-440, fig. 187-189 ; *Da.* pp. 253-254).
5. Vallée à fond plat calibrée par les méandres (*Ma.* p. 435 ; *Da.* 250).
6. Vallée remblayée par cônes de déjection (*Da.* p. 276, fig. 177), recoupement des cônes.
7. Grande plaine alluviale à méandres divagants (éventuellement vue en ballon, mais obliquement).
8. Terrasses plus ou moins découpées : simples, doubles (*Ma.* p. 436, fig. 190 ; *Da.* p. 281, fig. 181 ; *Su.* 390) ; — à méandres (*Ma.* p. 437, fig. 191).

C. Formes témoignant de plusieurs cycles d'érosion :

1. Pénéplaine à gorges récentes (*Ma.* pl. XI, B).
2. Pénéplaine disséquée en crêtes et plateaux.
3. Vallée à multiples niveaux d'érosion.
4. Vallée épigénique ou surimposée (*Ma.* pp. 568-572, fig. 266-268; *Su.* p. 400).

IV. — *Formes influencées par la nature des roches.*

N. B. — Il ne s'agit pas de représenter le relief propre à *chaque* type de roche suivant la classification géologique, mais bien les formes dues à des particularités de structure déterminées, et spécialement les cas *extrêmes*, qui seuls donnent des formes originales Ainsi, le paragraphe des *roches diaclasées* envisage seulement les roches *très* diaclasées ; le paragraphe des *roches solubles et perméables*, seulement *les plus* solubles et *les plus* perméables.

A. Formes des roches massives :

1. Chaos de rochers (granite principalement). — Divers stades de dégagement de l'arène, sur les sommets, dans les vallées (*Ma.* pl. X et fig. 197).
2. Dômes granitiques des pays tropicaux (*Ma.* fig. 198).
3. Topographie mamelonnée des districts parvenus à la maturité.
4. Filons en saillie.

B. Formes des roches schisteuses ou diaclasées :

1. Tours et piliers, dans les roches granitoïdes diaclasées, dans les grès et conglomérats, dans les calcaires.
2. Escarpements en gradins.

C. Formes des terrains instables :

1. Terrains imperméables (argiles, marnes, schistes argileux, etc.). — Lames d'érosion, « calanchi » (*Ma.* pl XII, A). — Mauvaises terres (Bad lands) (*Ma.* pl. XII, B). — Loupes de glissement
2. Terrains perméables : versants à éboulements sableux. — Grès dans des sables, chaos.

D. Formes des roches perméables et solubles :

1. Formes superficielles du type lapié (Karren, Schratten, campi carreggiati).
   - *a*) Formes spéciales aux calcaires purs. Ciselures fines.
   - *b*) Formes des calcaires impurs et des rochers peu calcaires. Cannelures, perforations, croupes arrondies.
   - *c*) Formes de lapiés séniles. Lapiés éclatés (Scherbenkarst). Lapiés ensevelis.
   - *d*) Lapiés rajeunis : dégagement par ruissellement de la *terra rossa*.
2. Formes superficielles en rapport avec l'existence d'une circulation souterraine :
   - *a*) Puits profonds, emposieux, aven, bétoire, scialet, embut, pot, mardelle, Schlundloch, Karrenbrunnen ; Pothole, Sinkhole).
   - *b*) Dépressions relativement larges (Doline, Sotch). Dolines isolées, conjuguées, alignées ; à fond plat ; simples, composées ; dolines d'affaissement en terrain calcaire ou gypseux recouvert d'alluvions.

3. Cavernes et grottes :
   Vues extérieures, divers types suivant la situation topographique et le rôle hydrologique.
   Vues intérieures : phénomènes d'érosion chimique, mécanique, torrentielle ; phénomènes d'accumulation chimique (stalactites, stalagmites) et mécanique.
4. Canyons calcaires. Canyons en voie de formation, pont naturel, canyon à gradins.
5. Formes complexes des régions calcaires déprimées. Polié. — Vue d'ensemble, en temps de sécheresse et d'inondation. — Détails : terrasses.
6. Formes propres au gypse ; au sel.
7. Lœss Terrasses ravins anastomosés, etc.

V. — *Formes d'érosion adaptées à une structure géologique variée.*

A. Couches horizontales :

1. Plateformes structurales, simples, doubles (*Ma*. p. 473-475).
2. Gradin de confluence lié à une plateforme structurale
3. Butte-témoin (*Ma*. pl. XXII, B; *Da*. 150).

B. Couches inclinées dans un seul sens (structure monoclinale) :

1. Vallée monoclinale ou subséquente (*Ma*. pp. 473 et 542; *Da*. p. 132, fig. 82 et 139, fig. 87; *Su*. 457).
2. Percée conséquente (*Ma*. ibid. et pl. XXII).
3. Côte ou Cuesta simple double.

C. Reliefs de plissement :

1. Anticlinal conservé; axe plongeant, ensellement.
2. Anticlinal disséqué (*Ma*. pp. 496-498; *Da*. p. 168). — Crêt, Hogback, Cluse, etc.
3. Vallée anticlinale (*Ma*. ibid.).
4. Synclinal perché (*Ma*. p. 500 pl. XVIII. C; *Da*. 180).
5. Lambeau de recouvrement (*Ma*. p. 502, pl. XIX, B).

D. Reliefs de failles (Verwerfung, Fault, Rigetto) :

1. Failles récentes (tremblements de terre). Lacs dus à des failles contraires (*Ma*. pp. 485-486 fig. 218; *Da*. p. 161, fig. 101).
2. Escarpements de faille plus ou moins évolués. Facettes (*Ma*. p. 559, fig. 262).

E. Formes en rapport avec des mouvements d'ensemble :

Pénéplaine bombée avec flexure marginale (*Ma* p. 505, fig. 235). — Pénéplaine fossile (couverture en partie conservée).

VI. — *Formes en rapport avec les influences glaciaires.*

A. Formes des glaciers actuels :

1. Ensembles : types de glaciers locaux (de cirque, de plateau, suspendu, de vallée simple, de vallée complexe) ; — types d'extension glaciaire générale : calotte norvégienne, glaciers alaskiens, antarctiques.
2. Détails : Névé, rimaye (Bergschrund). — Glacier d'écoulement ; moraines mouvantes, tables glaciaires, moulins, lacs et cours d'eau intraglaciaires. — Front glaciaire coquille, patte de lion) ; formes en rapport avec le retrait.

B. Formes élémentaires d'érosion et d'accumulation glaciaires et fluvio-glaciaires :

1. Stries, cannelures.
2. Arrachements, packing splitternde Erosion.
3. Gradin de front glaciaire à gorge simple, multiple.
4. Cuvette terminale récente : ensemble, détails, roches polies et moutonnées, lacs (*Ma.* p. 611 pl. XXVI, B).
5. Moraines latérales, divers types ; moraines de confluence.
6. Moraines frontales.
7. Moraines de poussée.
8. Plaine fluvio-glaciaire (Sandr).

C. Formes en rapport avec l'ancienne extension glaciaire :

1. Cirques : simple, complexes, à gradins. — Massif à cirques (Karling) plus ou moins rongés.
2. Vallée glaciaire à épaulement et auge (*Ma.* p. 626-628, fig. 290-291) : simple, double.
3. Verrou simple, double.
4. Vallée suspendue, simple, double.
5. Fiord.
6. Formes d'accumulation probablement sous-glaciaire (Drumlin, OEsar, Esker).
7. Moraines anciennes, plus ou moins transformées.
8. Plaine de moraine de fond avec mares (Sohl).
9. Complexe fluvio-glaciaire, vue d'ensemble (types de dimensions réduites provenant de stades postglaciaires dans les Alpes).

VII. — *Formes en rapport avec les actions éoliennes*

(particulièrement dans les régions arides).

A. Formes élémentaires d'érosion éolienne :

1. Cailloux à facettes. Cailloux guillochés.
2. Marmites éoliennes.
3. Alvéoles.
4. Gour (N. B. formes témoignant d'une réelle action éolienne sur des buttes témoins. *Ma.* p. 654).
5. Sillon d'érosion dans les argiles, « yardang ».

B. Formes d'accumulation éolienne :

1. Formes élémentaires : dunes isolées du type barkhane, Sif, Garmada (suivre le retournement de la crête dans des cas observables : *Ma*. p. 659-660)
2. Dunes complexes. Chaînes de barkhanes, Grand-Erg.
3. Dunes érodées par le vent (Gassi, Nebka), par l'eau courante (au Tarim), par la mer.

C. Formes désertiques complexes :

1. Ravinements torrentiels et éoliens (Chebka).
2. Ennoyage désertique. Bolson. « Lost mountains ».

VIII. — *Formes littorales.*

A. Formes élémentaires d'érosion littorale (vues à haute et basse mer autant que possible) :

1. Décomposition avec érosion mécanique limitée. Faux lapié, alvéoles.
2. Action directe des vagues : corniche, grotte pont naturel, brisant. — Plateforme d'abrasion. — Valleuse.
3. Décollements de falaises à couches horizontales, à couches inclinées. — Fausse falaise (*Ma* pl. XXXIV, A).

B. Formes élémentaires d'accumulation littorale :

1. Plage et cordon littoral, ensemble. — Cordon littoral, simple, double, à lagune (pennello di sabbia). — Cordon brisé, déflexion d'embouchure.
2. Digue en épi, en crochet (*Ma*. p. 678-679. — *Da*. p. 352). — Pointe triangulaire (cuspate foreland), *Ma*. fig. 316. — « Tombolo » (*Ma*. p. 680, fig. 317-319. — *Da* 368).

C. Formes complexes en rapport avec des déplacements du rivage :

1. Côte d'immersion jeune. Rias, vue d'ensemble (*Ma*. p 700, fig. 322; *Pk*. II, 566 ss.). — Type dalmate, idem. (*Ma*. p. 698, fig. 331).
2. Côte d'immersion régularisée. Vue d'ensemble montrant falaises et lagunes *Ma* p. 6 6, fig. 323. — *Da*. p 364 et 368 fig. 233 et 236).
3. Côte d'émersion. — Plateforme d'abrasion émergée. Ile-chapeau. (*Ma*. p. 691 ; *Da*. p. 369. fig. 237). — Plage soulevée. — Terrasses littorales multiples.
4. Formes coralliennes : Atoll simple (vu à marée basse et marée haute). Récif-barrière (vue embrassant si possible la terre ferme). Récif frangeant (vu à marée haute et basse).

IX. — *Formes volcaniques.*

A. Formes simples d'accumulation :

1. Cônes récents de cendre et de scories.
2. Coulées. Divers types. Hornitos. Orgues.
3. Cratères simples, doubles, égueulés.
4. Cratères d'explosion, cratères à « atrio ».
5. Cumulo-volcans.
6. Volcan composé à cônes adventifs.

B. Formes complexes avec sculpture d'érosion :

1. Cônes à « barrancos ».
2. Caldeira.
3. Dykes. Necks.
4. Coulées inverties en saillie (*Ma.* p. 526, fig. 244). Plateau volcanique ou mesa (*Ma.* p. XXI, B. — *Da.* p. 221, fig. 142).
5. Coulées emboîtées (*Ma.* pl. XXI, C).
6. Volcan composé très disséqué (vue d'ensemble si possible).

Les planches du fascicule spécimen, au nombre de huit, sont très variées naturellement et nous dirons quelques mots de chacune d'elles et du commentaire qui l'accompagne.

Planche I. — Formes dues à la désagrégation mécanique et à la pesanteur.

Éboulis. — Formes en rapport avec les influences glaciaires.

Le cliché, dû à M. Vittorio Sella, est de toute beauté; c'est une vue panoramique du Grand-Combin, prise d'un sommet voisin, avec un admirable avant-plan d'éboulis, ravinés et remaniés par les influences glaciaires. La dimension même du paysage embrassé par la photographie ne permet guère à celui qui ne connaît pas la montagne de se rendre compte des dimensions, et une photographie presque aérienne de ce genre manque de repères; l'exposé est dû à M. Emile Chaix, qui a très bien fait ressortir la série de phénomènes que l'on peut observer sur la photographie.

Planche II. — Formes élémentaires d'érosion par les eaux courantes.

M. le professeur Kilian a montré dans cette planche le phénomène des pyramides de terre se produisant à flanc de coteau, dans un milieu morainique raviné. Il explique dans le texte tout le cycle parcouru par

la vallée; cette planche est le commentaire vécu d'une leçon théorique sur l'érosion des cours d'eau.

Planche III. — Formes dues à l'érosion organisée des eaux courantes témoignant de plusieurs cycles d'érosion.

Cette planche, œuvre de M. de Martonne, nous a rappelé le paysage typique que l'on peut observer aux bords de l'Amblève, lorsqu'on se trouve sur le plateau ardennais; le plateau aux ondulations moutonnées y est déchiqueté en collines par la rivière; ici le bord méridional du plateau central (Cévennes) a son relief rajeuni par un nouveau cycle fluvial, et le contraste est frappant entre l'horizon rectiligne et monotone et les gorges qui isolent un certain nombre de croupes.

Planche IV. — Formes d'érosion adaptées à une structure géologique variée. Reliefs de failles.

Il faut espérer que l'Atlas, qui comprendra des feuilles indépendantes, ne s'inspirera pas du principe d'économie qui a fait grouper ici deux paysages de régions différentes (Asie centrale et Suisse) et, qui plus est, de climats absolument dissemblables.

Les clichés de M. Obroutcheff se rapportent à une faille, très nette dans le paysage, mais on n'y distingue pas le cañon où coule la rivière.

Celui de M. Brunhes représente la plaine morte du Wildstrübel; si les juxtapositions de couleurs des calcaires de deux étages différents y marquent bien le découpage du sol par des failles, par contre les influences glaciaires ont presque fait disparaître les dénivellations des failles, tout au moins sur la photographie, car le texte indique que le relief par faille varie entre 2 et 40 mètres.

Planche V. — Beau cliché dû au Prof^r Davis, d'un paysage des Montagnes Rocheuses dans la zone de séparation des bassins Atlantique et Pacifique. Le texte est en anglais, mais il y a un résumé en langue française; l'exemple, comme celui de la planche III, montre plusieurs cycles d'érosion, mais ici le premier cycle est moins achevé et le second a été modifié par des influences glaciaires.

Planche VI. — Le Prof^r Nüssbaum a montré dans la chaîne du Stockhorn le relief produit par une série de cirques glaciaires juxtaposés. On regrettera de ne pas y voir figurer la carte, si utile pour l'étude approfondie du document.

La planche VII, commentée par M. le professeur E.-F. Gautier, représente les formes en rapport avec les actions éoliennes; elle est absolument suggestive et l'exécution en est de toute beauté. Le désert de sable est saisissant; le contact du désert de pierre et du désert sablonneux frappe également par son contraste; pour ceux qui n'ont point vu de désert, cette planche tient presque lieu de voyage.

La planche VIII, due à M. Martel, montre des falaises et plateformes d'abrasion ; on souhaiterait y voir annexé un profil exact de la plateforme et de la falaise; de plus, l'amplitude du mouvement de la marée serait intéressante à connaître.

Nous espérons que la sèche analyse que nous venons d'en faire, suggérera à nos confrères le désir de s'informer davantage et de collaborer à l'œuvre entreprise.

Qu'on nous permette aussi de formuler le souhait de voir l'Atlas paraître dans un délai inférieur aux huit à dix ans fixés par le Comité exécutif; il sera si utile à l'enseignement géographique, orientera de telle façon les jeunes géologues, suppléera tant aux voyages trop coûteux, que tout professeur doit désirer avoir cette collection à sa disposition dans le plus bref délai possible.

L. Greindl.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE CLOTURE DE L'EXERCICE 1911.

Rapport du Président.

MESSIEURS,

Ainsi que M. Rutot vous le disait l'an dernier, c'est la science qui, avant tout, nous unit et qui doit faire l'objet de nos préoccupations. Je me bornerai à vous rappeler, sans les commenter, ces sages paroles...

Nous avons admis, depuis quelque temps, des discussions *écrites* : cela semble conduire à des longueurs, à des controverses parfois stériles, en même temps qu'à des frais d'impression assez considérables. Les publications des *Mémoires*, planches, dessins, croquis, etc., sont mieux dans nos vues, et il me paraît que nous devons surtout leur consacrer la majeure partie de nos ressources financières. C'est à vous de décider si le système actuel *peut* ou *doit* être continué.

Il n'est pas nécessaire de vous énumérer *tous* nos travaux de l'année écoulée. Grâce au dévouement et à l'activité de notre Secrétaire général, que je remercie de tout cœur au nom de la Société, nos procès-verbaux paraissent à jour et chacun peut donc ainsi très aisément se tenir au courant. Toutefois, je signalerai spécialement à l'attention des lecteurs de nos *Bulletins* les communications suivantes, que je relève parmi les travaux classés dans la *Table des matières des communications scientifiques*, disposées systématiquement et par ordre de chronologie géologique par le major baron L. Greindl.

Nous n'avons pas eu de communications se rapportant directement à la minéralogie, pas plus qu'à l'étude des roches; toutefois mentionnons l'intéressant point de vue nouveau de MM. le chanoine de Dorlodot et de M. l'abbé Salée sur les roches du calcaire carbonifère, les polypiers écrasés, etc., et aussi la belle étude de M. de Dorlodot concernant le *Sapropel*.

Plusieurs points importants ont été abordés en géologie générale; relevons :

1° Une note de M. le Prof^r Stainier sur la formation des couches de houille;

2° Une communication de M. le Prof^r de Dorlodot sur les conditions de dépôt des marbres noirs dinantiens et, plus généralement, des sapropélites marines;

3° Une quatrième note de M. Hankar-Urban sur les mouvements et ruptures spontanés des roches (bendons, autoclases, bergschläge, etc.), qui nous fait le plaisir de signaler tout ce qui paraît à ce sujet dans la littérature étrangère;

4° Le problème de l'eau dans le Nord-Ouest du bassin de Paris, par MM. Albert et Alexandre Mary, minutieuse étude régionale dont les auteurs ont su dégager des lois d'évolution des réseaux hydrographiques;

5° Les renseignements si intéressants et si complets qu'a bien voulu nous donner M. Rutot à propos de la Conférence du Paléolithique de Tübingen;

6° La note substantielle sur le rôle des variations de température dans la dynamique externe du globe, par M. Stainier;

7° Bien que cette importante note ait été reproduite dans le dernier fascicule des *Mémoires* de 1910, je crois devoir vous rappeler le grand travail de M. le Prof^r Malaise sur l'évolution de l'échelle stratigraphique du Siluro-Cambrien de Belgique.

En *paléontologie générale* et *descriptive,* nous avons à citer les notes :

De M. Maillieux sur l'hypostome de l'*Homalonotus Rhenanus*;

De M. le chanoine de Dorlodot sur la véritable nature des prétendus stromatoporoïdes du Waulsortien;

De M. Leriche sur un Pycnodontoïde aberrant du Sénonien du Hainaut.

La *géologie* et la *paléontologie régionales* nous ont valu plusieurs travaux qui pourraient être classés du reste dans le paragraphe que nous venons d'esquisser. Citons parmi les principales questions étudiées :

Apparition de deux formes siegeniennes dans les schistes de Mondrepuits, par M. Maillieux; la reprise, par M. Van de Wiele, de l'étude sur l'évolution des rivières de la Basse et de la Moyenne-Belgique, examinée avec de nouveaux arguments et pleine de vues synthétiques; le travail de M. J. Cornet sur quelques échantillons de roches rencon-

trées dans le Bas-Congo par M. Robert Thys; la note de M. Stainier « Structure du bassin houiller de la province d'Anvers », qui nous a valu une étude de M. Fourmarier exposant une autre interprétation des sondages. M. G. Hasse a continué de nous tenir au courant des découvertes qu'amènent les travaux publics à Anvers. Enfin, je citerai la belle communication que nous a faite notre Secrétaire général dans notre dernière séance, et qui a trait au modelé du Bas-Luxembourg. Ce remarquable travail, résultat des études du major baron Greindl et de M. Jérôme, figurera dans le dernier fascicule des *Mémoires*.

La *géologie appliquée* a donné lieu :

1° Aux travaux de M. Deblon sur l'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine, et de MM. Putzeys et Rutot sur le même sujet;

2° A d'intéressantes considérations de M. Delecourt fils sur l'eau pelliculaire et sur la forme des trajectoires suivies par l'eau dans la partie de la couche aquifère influencée par un puits ordinaire. M. Delecourt vient encore, par l'exposé d'une méthode pour évaluer le débit d'un puits artésien, de montrer que la mathématique n'est point un outil vain dans la science hydrologique. On ne peut que louer ses efforts pour aborder les problèmes d'application avec une précision plus grande que nos devanciers. Il cherche à nous ramener dans la voie scientifique.

M. Halet nous a fait l'analyse du rôle de l'agrogéologie d'après M. Treitz.

Je le répète, Messieurs, ceci n'est qu'un résumé très succinct de l'activité de la Société, car nous avons eu, pendant l'année 1911, près de cinquante communications et mémoires, dont certains sont très étendus; vous voyez donc que notre Société tient bien son rôle dans les manifestations scientifiques.

Les *excursions* sont pour ainsi dire tombées dans un marasme complet. L'appel du Bureau aux membres spécialistes est resté sans écho, sauf auprès de MM. Watteyne (excursion à Frameries), Cornet (environs de Mons) et Hasse (à Anvers); encore cette dernière excursion a-t-elle été contrariée par ce fait qu'elle coïncidait avec celle à laquelle nous convoquaient à Landelies nos confrères de Liége...

Nous savons — et beaucoup d'entre nous par expérience personnelle — que la préparation d'une course est parfois longue et donne

lieu à un labeur plus ou moins ingrat. Mais cependant nous espérons que ceux de nos confrères que leurs fonctions ou travaux appellent à découvrir du nouveau voudront bien se dévouer pour organiser quelques excursions. Il est des courses classiques, d'ailleurs, que l'on pourrait peut-être refaire avec fruit pour beaucoup d'entre nous.

La *session extraordinaire* dans le Bas-Luxembourg a eu peu de participants de notre Société. La raison principale est, je pense, dans ce fait que tous les adhérents parmi les officiers ont dû, pour des raisons majeures que vous connaissez, s'excuser au dernier moment; ce sont donc surtout nos confrères de Liége qui ont fourni le gros contingent et qui ont accompagné les organisateurs, MM. Jérôme, Dondelinger et Fourmarier, que nous remercions sincèrement.

La Société géologique de Belgique s'est chargée, comme vous le savez, de faire dans ses *Bulletins* le compte rendu de cette excursion; les auteurs y ont mis une diligence toute particulière, et nous pourrons reproduire ce travail dans le dernier fascicule des *Mémoires* de cette année.

Nous devons des remerciements tout spéciaux au Dr Van de Wiele pour les notices bibliographiques dont il veut bien se charger; et, cette année, plus particulièrement pour la tâche ardue de la traduction — à laquelle il a consacré la plus grande partie de ses vacances — du mémoire de Stübel sur la diversité génétique des montagnes éruptives, mémoire que vous avez reçu il y a quelques jours. C'est grâce à M. Van de Wiele que nous payons enfin notre dette de reconnaissance envers Stübel et Prinz.

De nombreuses entrées de membres ont permis de combler les vides causés par les décès ou les démissions; notre liste des membres augmente même légèrement, et nous marchons derechef vers l'idéal de cinq cents adhérents; nous ne pouvons assez engager nos confrères à faire quelque propagande pour nous amener des collaborateurs nouveaux ; l'avenir de la Société dépend de son recrutement et de sa pénétration dans tous les milieux auxquels la géologie est utile.

Notre *situation financière* est satisfaisante. Elle vous sera exposée par notre Trésorier, que nous remercions vivement du temps qu'il veut bien consacrer à cette besogne ingrate.

Pour terminer, Messieurs, remercions aussi les membres de notre Comité de publication, qui ont eu à intervenir, et l'ont fait avec grand tact, dans certaines épineuses questions.

Exposé de la situation financière.

Malgré les importants subsides que la Société a reçus pour imprimer le beau mémoire de l'abbé Salée sur le genre *Caninia*, la publication de ce mémoire in-4° a absorbé toutes nos disponibilités et nous a empêchés de continuer dans la voie prudente de la reconstitution des garanties, où nous nous étions engagés en 1910.

L'exercice 1910, pour la clôture duquel il nous manque encore le subside de l'État, clôture par une perte d'une centaine de francs. Espérons que l'exercice 1911, qui s'annonce favorablement, nous permettra de rentrer dans la voie des excédents de façon que la prospérité matérielle marche de pair avec la prospérité scientifique.

Situation financière de l'exercice 1910 (clôturé).

Recettes.

Cotisations et entrées	fr.	5,219 15
Ministère du Travail		300 »
Subside de la province de Brabant		1,000 »
— — de Hainaut		500 »
— de la ville d'Anvers		500 »
— de l'État pour le mémoire in-4°		1,000 »
Contribution particulière au mémoire in-4°		1,115 »
Intérêts des garanties et du compte courant		768 80
Abonnements et ventes de publications		550 10
Vente du fascicule spécial hydrologie		250 »
	Fr.	11,203 05
Boni de 1909		42 36
	Fr.	11,245 41
A recevoir subside de l'État		1,000 »
Total	fr.	12,245 41

Dépenses.

Bulletin et impression mémoire in-4°	fr.	6,532 38
Dessins, clichés, planches		3,583 31
Envoi des publications, convocations aux séances		1,004 99
Frais de bureau		299 46
Traitements et indemnités		818 »
Abonnements		64 80
	Fr.	12,302 94
Déficit à reporter à 1911		57 53
Total	fr.	12,245 41

Situation financière de l'exercice 1911 (non clôturé).

Recettes.

Cotisations et entrées	fr.	5,217 30
Ministère du Travail (Bibliothèque)		300 »
Subside de la province de Brabant		1,000 »
— — de Hainaut		500 »
Intérêts des garanties et du compte courant		778 15
Abonnements et ventes de publications		661 47
TOTAL	fr.	8,456 92

Dépenses.

Bulletin (Pr.-verb., 1 à 6; Mém., fasc. I et II)	fr.	2,294 46
Photogravure, dessins		964 20
Affranchissement et convocations		735 64
Frais de bureau		240 05
Traitements et indemnités		723 »
Location de la salle des séances		150 »
Abonnements à des publications scientifiques		65 50
Participation à l'Exposition d'hygiène de Dresde		25 25
	Fr	5,198 10
Déficit de l'exercice 1910		57 53
TOTAL	fr.	5,255 63

Budget pour 1912.

Le Conseil propose le budget ci-dessous :

Recettes.

Cotisations et entrées	fr.	5,200 »
Subsides de l'État		1,000 »
Location de la bibliothèque		300 »
Subside de la province de Brabant		1,000 »
— — de Hainaut		500 »
— de la ville d'Anvers		500 »
Abonnements et ventes de publications		600 »
Intérêts des garanties et du compte courant		750 »
TOTAL	fr	9,850 »

Dépenses.

Impression du Bulletin	fr.	5,000	»
Planches et dessins		2,000	»
Affranchissements et convocations		900	»
Frais de bureau		300	»
Traitements et indemnités		800	»
Location de la salle des séances		150	»
Abonnements		65	»
Reconstitution des garanties		635	»
TOTAL	fr.	9,850	»

Élections.

Le Conseil propose aux suffrages de l'Assemblée générale les nominations suivantes dans le Conseil de la Société.

En qualité de vice-présidents :

MM. Dollo, Leriche, Malaise et le R. P. Schmitz.

Comme **délégués du Conseil** en remplacement de MM. Dollo et Schmitz élus vice-présidents :

MM. A. Rutot et X. Stainier.

Comme membres du Conseil :

M. R. d'Andrimont est réélu pour un terme de deux ans.

MM. J. Cornet et E. Mathieu sont élus en remplacement de MM. L. Gerard et E. Putzeys sortants, non rééligibles.

De nombreux applaudissements accueillent ces propositions.

MM. Malaise, Rutot et Leriche, présents à la séance, remercient de l'honneur qui leur est fait.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut-Protecteur : S. M. le Roi

Mémoires

Vingt-cinquième année

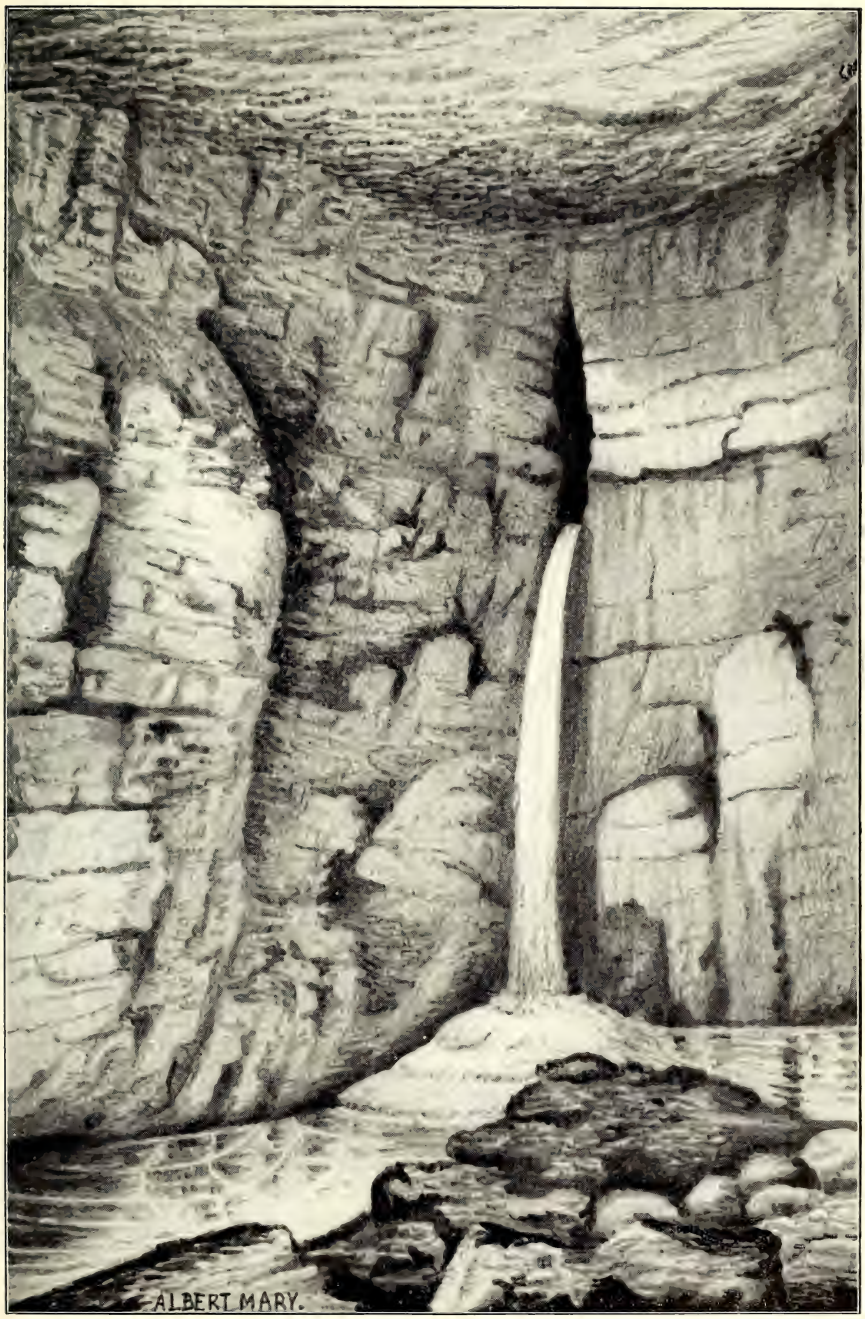
Tome XXV — 1911

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

Rue de Louvain, 112

1911



CASCADE SOUTERRAINE DE CAUMONT.

(Dessin d'Albert Mary.)

LE
PROBLÈME DE L'EAU

DANS LE

NORD-OUEST DU BASSIN DE PARIS

PAR

ALBERT et ALEXANDRE MARY

Prodromes.

« Ce n'est pas une fantaisiste conception que de prédire à la Terre qu'elle mourra de soif. »

En ces termes s'exprimait notre illustre collègue et ami M. Martel, au IIIe Congrès du Sud-Ouest navigable (1905) (1).

Rauch dit également, dans sa *Régénération de la nature végétale :* « Les sources tributaires de nos ancêtres semblent se dessécher ; les ruisseaux ne s'écoulent plus qu'avec lenteur ; nos rivières stagnantes forment de nuisibles marécages. »

Si ce cri d'alarme court de bouche en bouche, de journal en journal, de livre en livre, l'énigme scientifique multiple dont il serait la solution reste, comme l'avoue E.-A. Martel dans un autre travail, « aussi obscure qu'importante ». « En effet, » ajoute l'auteur des *Abîmes*, « on constate à peu près partout que le débit des sources diminue, que le niveau des nappes phréatiques s'abaisse, qu'il faut

---

(1) *Les tunnels de Minerve (Hérault) et la déchéance hydrologique des calcaires.* Toulouse, Librairie de l'Université.

refaire des captages et recreuser des puits. Beaucoup de savants pensent que ces faits, qui, dans certaines contrées, ont pris la proportion de calamité publique, tiennent à un assez rapide phénomène de dessiccation progressive de l'écorce terrestre. D'autres, au contraire, ne voient dans ces appauvrissements de sources et puits qu'une manifestation passagère, dérivant de phénomènes météorologiques, soit locaux (faiblesse des chutes de neige pendant plusieurs années), soit généraux (périodes sèches et pluvieuses alternatives, tous les quinze ou vingt ans). Ici, l'incertitude est dans l'échelle du temps. *Elle ne pourra être tranchée que par la multiplication d'observations qu'il serait capital d'entreprendre* (1). »

Le litige est d'autant plus accusé que la question a été moins clairement posée.

Il est certain que la Terre voit diminuer d'âge en âge son enveloppe liquide primaire. A l'époque cambrienne, d'après les lumineuses recherches de M. René Quinton, un litre d'eau océanique contenait 8gr5 de sels; il en renferme aujourd'hui 33 grammes en moyenne. Cette concentration des mers au cours des temps géologiques ne résulte pas d'un simple apport de sels dissous, mais plutôt d'une diminution graduelle de la masse liquide.

A ce sujet, deux hypothèses ont été proposées (2). D'après la première théorie, une partie au moins de l'eau perdue par les mers serait perdue par la planète elle-même, grâce au retour à l'état éthérique de la vapeur d'eau en suspension dans l'atmosphère, conformément au paradoxe de Gustave Le Bon : « Rien ne se crée, tout se perd! » Waterston, J. Stoney, G.-H. Bryan auraient démontré que les corps célestes à masse relativement réduite laissent échapper constamment de leur enveloppe gazeuse : la lune, maintenant sans atmosphère, serait un exemple du phénomène parvenu à sa limite. Cette induction cinétique est incertaine et peu plausible. La lune paraît avoir perdu son eau par un mécanisme tout autre (3) ; en tout cas, la vapeur d'eau serait le dernier corps soustrait de la sorte à notre globe, l'atmosphère terrestre ayant plusieurs centaines de kilomètres

---

(1) *Captage et protection hygiénique des eaux d'alimentation,* par E.-A. Martel et le Dr Henry Thierry. (Annales de l'Hydraulique et des améliorations agricoles, fasc. 35, 1907.)

(2) Cf. R. Quinton, *L'eau de mer milieu organique.* Paris, Masson, édit., 1904, pp. 452 et 453.

(3) Voir p. 99.

d'épaisseur et la vapeur d'eau n'existant que dans les couches les plus basses, partant les moins exposées à une « dissociation » hypothétique (1).

Suivant la seconde supposition, la déperdition en eau incomberait à l'accaparement, par l'écorce solide, des eaux évaporées, puis précipitées en pluies. Laissant de côté, pour le moment, la *théorie de l'absorption* dont il sera question plus loin, disons qu'effectivement, selon l'expression de Clémence Royer, « la Terre est loin de rendre aux Océans toute la quantité d'eau que l'évaporation en enlève. Il y a des hydratations continuelles dont les éléments aqueux ne semblent devoir être remis en liberté par aucun procédé naturel dans l'état actuel de notre monde (2). » La cristallisation des sels nés au voisinage de la pyrosphère et qui admettent un nombre variable de molécules d'eau de constitution, l'hydratation des oxydes métalliques et des roches anhydres, expliquent cette affirmation. Rappelons à titre d'exemple la transformation, à la faveur des eaux souterraines, des gisements d'*anhydrite* d'Eisleben en amas *gypseux* beaucoup plus volumineux, transformation si bien étudiée par Credner (3).

* *

Le problème serait assez clair, s'il se bornait à cette régression aqueuse générale; mais une étrange confusion a, depuis quelques années, neutralisé les efforts des hydrologues.

On lit dans le mémoire de notre confrère Lucien Briet sur les *Grottes de Bastaras* (Espagne) :

« A première vue, les sierras du Haut-Aragon sont une preuve visible et indiscutable du dessèchement croissant de la croûte terrestre. Puis, à force de les parcourir et de les étudier, une question se pose.

» Cette région est-elle aussi absorbante qu'elle le semble, en vertu des phénomènes qui s'y produisent?

» Eh bien non; et, à ce propos, je me range hardiment au nombre des savants qui, à l'instar de M. le Prof^r De Launay, déclarent que « la lenteur du phénomène de dessiccation du globe est telle que » l'observation scientifique ne saurait, même en faisant appel aux

---

(1) Albert et Alexandre Mary. *Pourquoi le Ciel est-il bleu?* (Bulletin de la Société d'Etudes historiques et scientifiques de l'Oise, 1909.)

(2) *La constitution du Monde.* Paris, Schleicher. édit., 1900, p. 783.

(3) *Traité de Géologie* (traduction française, Paris, 1879).

» plus lointains et aux plus vagues témoignages historiques, la saisir » nulle part sur le vif [1] », et voici pourquoi.

» Aussitôt que la pluie sévit dans les sierras du Haut-Aragon, les rios y coulent régulièrement et abondamment : j'ai plusieurs fois été stupéfié par le mascaret formidable que le Barranco de Mascun, absolument aride en amont de sa célèbre fontaine, dégorgeait après deux jours de mauvais temps continu. De son côté, le rio Vero, en pareille circonstance, remplit entièrement son lit, sans qu'aucune perte s'y manifeste, de Puimorcate à Lecina. Il est certain que sous l'effet d'un arrosage fréquent et périodique, les sources du Haut-Aragon, gonflées comme elles l'étaient jadis, émettraient un débit assez copieux pour que le rio Vero et le rio de Mascun existassent à partir de leur extrême origine, en dépit de l'infiltration... Certaines crêtes sont très lapiazées, je le sais mieux que personne, mais dans les bas-fonds, où les argiles dominent, une réelle imperméabilité s'accuse, démontrée par les flaques d'eau qui y séjournent pendant quelque temps, à la suite d'une averse...

» Le dessèchement de certaines régions de notre planète résulte surtout de la diminution ou de la rareté des pluies qui y tombent, et non absolument de la nature absorbante de leurs terrains [2]. »

On s'en est aperçu déjà, M. Lucien Briet regarde comme termes équivalents « le phénomène de *dessiccation du globe* » défini par l'auteur de *La Science Géologique*, et ce qu'il appelle « le dessèchement de *certaines régions* de notre planète ». *En fait, ce sont deux processus entièrement distincts.* Alors que le premier relève d'une immense évolution astronomique, le second ne se rapporte qu'à l'évolution beaucoup plus brève des facies continentaux. Océan et terre ferme ne sont pas immuables ; d'imperceptibles mouvements des grands compartiments de l'écorce solide creusent aux mers de nouveaux lits, ou font surgir du domaine des eaux — lambeau par lambeau — des continents inconnus. Entre le moment de sa naissance et celui de sa disparition, chaque territoire se transforme longuement. Sa tectonique varie sans cesse; ses sommets, érodés par les pluies ou par les fleuves de glace, se dépenaillent, et leurs débris, joints aux matériaux arrachés aux plateaux, vont colmater des plaines basses, envaser des lacs, former

---

[1] E.-A. Martel, *L'évolution souterraine.* Paris, E. Flammarion, édit., 1908, pp. 100 et 101.

[2] *Spelunca*, t. VII, n° 55 (mars 1909).

des deltas. Au milieu de ce cycle géologique et géographique complexe, nulle évolution ne surpasse en évidence celle de l'hydrographie [1]. Or, la réduire à la diminution imposée par la déchéance météorologique du ciel serait méconnaître, d'une part, l'importance et les caractères des altérations survenues, et d'autre part, l'activité propre de l'eau courante.

Au début de l'ère primaire, l'Océan occupait toute la superficie terrestre; il n'en couvre déjà plus que les trois quarts. L'on peut admettre que les surfaces en voie d'émersion tendront de plus en plus à excéder les surfaces en voie de submersion. Au point extrême de cette métamorphose, les mers étant amenées à leur plus simple expression, l'aire du globe sera presque exclusivement continentale. En même temps que l'évaporation n'alimentera plus que faiblement les réserves aqueuses de l'atmosphère, les rares rivières qui auront persisté chercheront à se frayer un chemin caché dans les cassures du sol. Alors, — mais seulement alors, — dessèchement continental et dessèchement total seront un seul et même phénomène.

*
* *

Pourquoi nous avons choisi, pour asseoir notre thèse, le secteur Nord-Ouest de la vaste cuvette séquanienne ?

Parce que c'est peut-être la seule région française que les hydrologues n'aient pas étudiée ; parce que plusieurs centaines d'excursions nous l'ont fait connaître mieux que toute autre, et que les documents justificatifs offrent une particulière abondance; enfin, parce que nombre de spéléologues pensent que la disparition des eaux subaériennes est localisée aux régions montagneuses, et que nos contrées du Nord et du Nord-Ouest de la France, où l'utilisation de la « houille verte » prend de plus en plus d'extension, n'auront point à en souffrir.

A peine est-il besoin d'ajouter que l'intérêt de la question rejaillit sur nombre de pays, — notamment la Belgique, où une pléiade de savants, au premier rang desquels M. Ernest van den Broeck, ont suivi avec tant de sagacité le régime aquifère des calcaires et l'extinction des lignes de circulation externe des eaux.

Livrerons-nous nos conclusions avant d'avoir exposé les raisons positives qui les justifient à nos yeux? Les esprits sérieux nous blâmeraient fort de nous départir à ce point de la méthode scientifique. Mais

---

[1] Voir chapitre II.

les faits recueillis n'ont pas un sens suffisamment optimiste pour qu'il soit permis de n'y pas prêter attention.

« Le sol », disait excellemment M. le professeur H. Quignon dans un discours prononcé à Beauvais le 27 septembre 1908, « le sol, en son travail séculaire, a modifié l'aspect de nos vieilles rivières, rétréci leur sillon, diminué leur débit que la craie vorace veut absorber de plus en plus. Et les voilà humbles devenues dans la géographie locale, mais toujours utiles aux hommes, avec le bienfait de l'eau vive et claire que les âmes d'artistes ont toujours chantée !.. »

* * *

Nous serons amplement récompensés de nos fatigues si notre travail rencontre l'approbation des hommes compétents, et si, par sa position sur un terrain libre de toute lutte de passions et d'intérêts, il conquiert quelques suffrages à cet esprit de synthèse et d'induction sans lequel la science, frappée de stérilité, cesserait d'être le phare bienfaisant qui doit guider la frêle barque de l'humanité au milieu des écueils semés par les forces naturelles.

CHAPITRE PREMIER.

Evolution et décadence des systèmes hydrographiques.

Activisme et intempérisme. — Un lien certain existe entre le relief contemporain et l'action des eaux courantes en général, de l'hydrographie pérenne en particulier. Mais lorsqu'il s'agit de définir la nature de cette relation, deux écoles scientifiques sont en présence. Pour les uns, l'hydrographie, depuis l'époque pliocène, est demeurée semblable à elle-même ; elle n'a pu creuser les énormes vallées où elle a élu domicile, et ce travail d'érosion a été l'œuvre d'un cataclysme diluvien : les géologues partageant cette manière de voir sont les *activistes*. Dans leurs théories domine la préoccupation de faire du phénomène de creusement un événement instantané. Cuvier, qui avait exercé son éloquence sur les *révolutions du Globe*, pouvait, sans manquer de logique, admettre une telle conception. On comprend moins que Belgrand ait écrit : « Le relief du bassin de la Seine s'explique très bien si l'on suppose que l'emplacement de ce bassin a été balayé par une grande

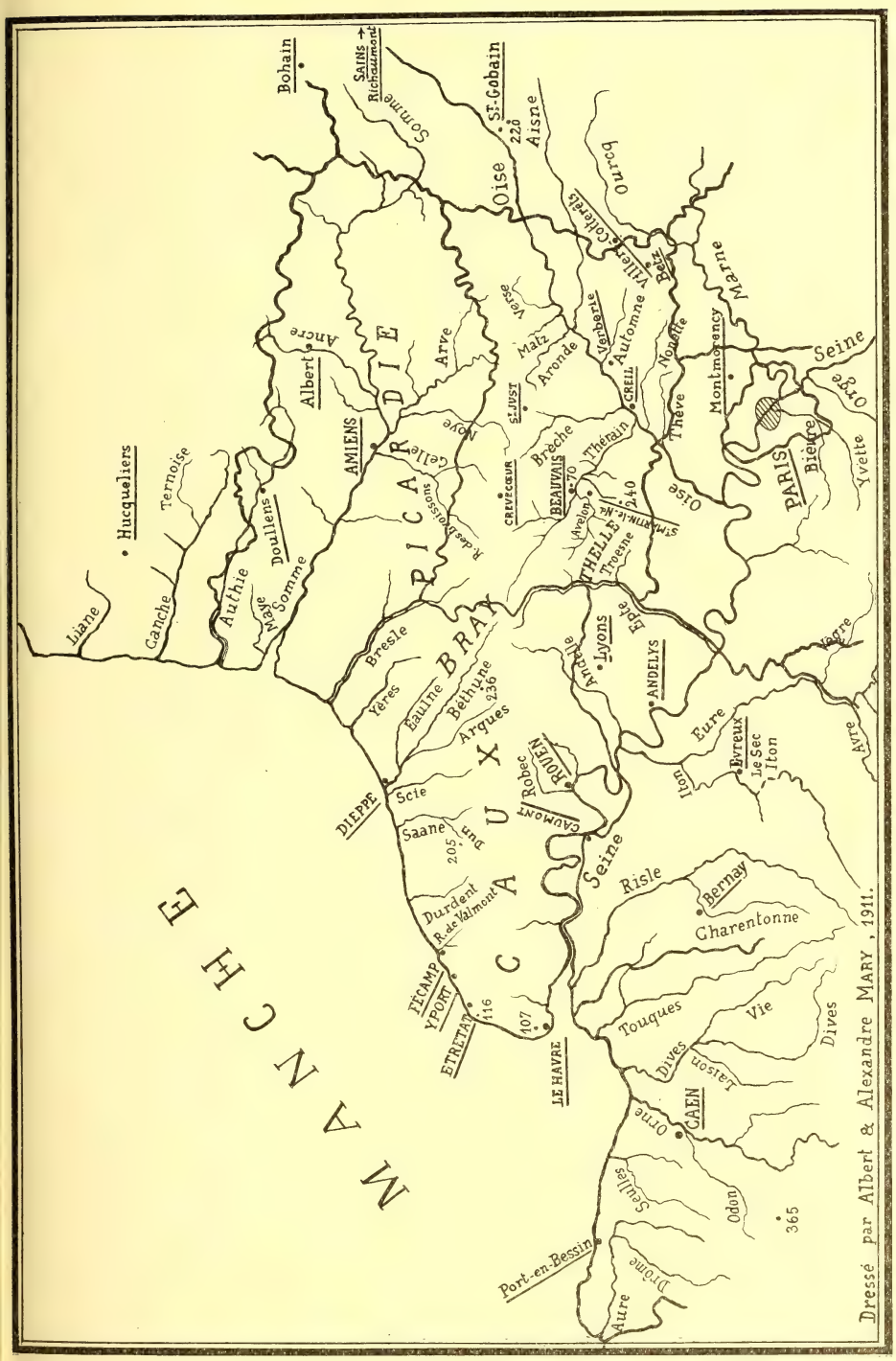


SCHÉMA HYDROGRAPHIQUE DU N.-O. DU BASSIN PARISIEN. — Les noms de localités sont soulignés.

masse d'eau qui s'est déversée par-dessus la chaîne de la Côte-d'Or [1]. »

Stanislas Meunier et les *intempéristes*, réagissant contre ces vues, affirment que « le ruissellement élémentaire, la pluie, la gelée, etc., ont suffi à creuser des vallées importantes... Ce fait, dans les pays à sol peu incliné, se présente comme ayant toujours eu l'allure tranquille que nous observons actuellement au cours de ses progrès... Il suffit que le sous-sol soit perméable pour qu'il se produise de vrais sillons à profils de vallées, mais qui ne logent pas de cours d'eau, malgré la grande dimension qu'ils peuvent atteindre [2]. »

A un examen superficiel, la théorie de Stanislas Meunier est séduisante, parce qu'elle s'accorde singulièrement avec la géologie évolutionniste fondée en 1830 par Charles Lyell dans ses *Principles of Geology*, et vulgarisée ensuite par Haeckel, C. Delon et mille autres auteurs. Mais élève-t-on les principes intempéristes au rang de théorie exclusive? Le coup de filet donné, on s'aperçoit que les faits géologiques et géographiques ont échappé en foule! Si les causes actuelles expliquent tous les phénomènes constatés dans le présent et dans le passé de la Terre, qui nous dit que ces causes ont toujours agi avec une égale intensité et que leur œuvre a toujours été en quelque sorte isochrone? Tout nous porte, au contraire, à ne pas leur attribuer une telle constance et à croire, avec M. A. de Lapparent, que « rien ne se ressemble moins que les diverses phases d'activité d'un même agent géologique ».

Hydrographie tertiaire de la France septentrionale. — A partir de l'époque mayencienne, l'émersion complète du Nord de la région française assura l'établissement d'une hydrographie complexe dans toutes les lignes ouvertes et de moindre résistance des terrains : failles, lithoclases, synclinaux et anticlinaux crevés. M. Martel n'a-t-il pas démontré l'existence de thalwegs au moins miocènes — crétacés même — en Belgique [3] ?

Aussi, refuser aux « rivières anciennes des dimensions supérieures à celles des courants d'aujourd'hui », ne dispenserait pas d'avouer que les vallées modernes étaient creusées aux quatre cinquièmes à l'aurore de la période quaternaire : tout travail uniforme étant directement proportionnel au temps employé à l'exécuter. Les cours d'eau tertiaires ont légué aux rivières quaternaires un lit tout préparé, et *les profils des*

---

(1) *La Seine aux âges antéhistoriques*, 1869, p. 7.

(2) Stanislas Meunier, *Géologie générale*, passim.

(3) *C. R. Académie des Sciences* (séances des 19 juin 1905 et 14 mai 1906).

principales dépressions étaient, à peu de chose près, à l'issue des âges post-pliocènes (1), *identiques à ce qu'ils sont de nos jours, pour le moins dans la zone considérée.*

La découverte de graviers très anciens renfermant des restes abondants d'*Elephas antiquus* à une altitude à peine plus élevée que le fond des vallées actuelles, prouve surabondamment que « les représentants de la première phase d'alluvionnement peuvent se trouver à toutes les hauteurs » et que *les dépôts dits « des hauts niveaux » n'ont été souvent abandonnés qu'après l'achèvement relatif des thalwegs* (2). De même, le tuf d'Albert (3) controuve la nouveauté du modelé contemporain, puisqu'il constitue, en somme, un *lac fossile* de la rivière d'Ancre, et que la cuvette de ce lac n'est ni moins large que les plus larges dépressions avoisinantes, ni sensiblement plus élevée que le fond actuel de la vallée.

Grande période glaciaire. — Un événement important sépare toutefois l'hydrographie pliocène de l'hydrographie moderne : c'est la première période glaciaire, qui, à l'exclusion des suivantes, présente des caractères franchement polaires. Les pôles du globe, au lieu d'être fixes, sont sujets à un déplacement continu, à très longue période ; Maedler et Argelander ont calculé la valeur cosmique et chronologique de ce déplacement, dont Clémence Royer a réuni de nombreuses preuves chorologiques et paléogéographiques (4).

Cette excursion de l'axe terrestre par rapport à la planète entraîne une migration corrélative du renflement équatorial et de l'aplatissement polaire (5). Pendant que la zone arctique se rapprochait de la moyenne Europe, celle-ci subissait un mouvement lent de submersion. L'inverse eut lieu quand le pôle s'en éloigna par degrés.

On a fort exagéré l'abrasion par les glaces flottantes, qui auraient,

---

(1) L'étage astien (système pliocène) offrant dans le secteur étudié des caractères bien différents de ceux des autres dépôts tertiaires, et se rapprochant, par contre, des formations quaternaires, nous lui conservons la dénomination de système post-pliocène, déjà employée aux pages 6 et 7 de notre mémoire sur l'*Hydrologie de la craie* (*Spelunca*, juin 1907).

(2) Cf. Chouquet, *Matériaux pour l'histoire de l'homme*, 1878. — Voir également : *Bull. de la Soc. géologique de France*, IIIe série, IX, p. 242.

(3) Voir chapitre IV.

(4) Cf. *Le lac de Paris (Essai de géographie quaternaire)*. (La Philosophie positive, mars-avril 1877.)

(5) La déformation du sphéroïde terrestre indique la fluidité *actuelle* de la pyrosphère et la flexibilité de la mince lithosphère dont elle est revêtue, et non uniquement, comme on l'enseigne encore, la fluidité du globe *primitif*.

au dire de certains auteurs, effacé les anciens thalwegs et esquissé de nouveaux lits. « Dans les dépressions les plus profondes causées par les érosions glaciaires, » nos cours d'eau se seraient tracé, « à des altitudes bien plus considérables qu'aujourd'hui, leurs premiers lits » qu'ils auraient creusés plus avant par la suite (1). Ces vues sont incompatibles avec les faits précités.

Cependant, le relèvement en masse de la contrée, qui suivit la grande période glaciaire, est manifesté par le *sciage* des plateaux. Si les plus importantes rivières post-glaciaires avaient un cours assez paisible, il n'en allait pas semblablement pour les ruisseaux torrentiels ravinant les versants. Telle est l'origine de quelques « valleuses » de la Seine-Inférieure, de quelques « ravines » picardes, et surtout des « cavées » ou cañons en miniature des abords du pays de Bray. Leur profil en travers en forme de V est un signe certain de creusement rapide, de soulèvement du substratum et de décadence hydrographique progressive.

Une évolution analogue n'a-t-elle pas été relevée, mais sur une échelle combien plus grandiose ! sur les causses Noir et Méjan, où de larges fleuves sur plateaux sont passés à l'état d'étroits torrents de gorges, après avoir marqué, conformément à la lithologie locale, de nombreux « crans de descente » (2) ? Même chose, d'ailleurs, aux cañons du Colorado et de la Yellowstone river ; même chose au Drach, au Trièves, à l'Artuby et au Verdon. « C'est une confirmation absolue et définitive de la déchéance hydrologique des rivières modernes, de leur dessèchement graduel (3). »

Ces considérations nous amènent à dire quelques mots de la *courbe d'équilibre* des cours d'eau, de la prétendue réalisation, par leur travail persévérant, d'un lit « dont la résistance, fonction de la pente, soit devenue égale à la force du courant (4) ».

Cette notion est fictive ; elle repose sur une confusion entre *équation* et *équilibre* dynamiques.

Sur une pente donnée, l'énergie potentielle de l'eau est décomposée

---

(1) Roujou. *Etude sur les terrains quaternaires du bassin de la Seine*, 1874.

(2) E.-A. Martel, *Compte rendu de l'excursion des Causses*. (C. R. du VIIIe Congrès géologique international, en 1900. Paris, 1901, p. 987.)

(3) E.-A. Martel, *Le profil en long du grand cañon du Verdon*. (Annales de Géographie, t. XVII, 1908, p. 403.)

(4) Dausse, *C. R. des séances de l'Académie des Sciences* (21 juin 1858 et 13 juin 1864).

en pesanteur (verticale et dirigée de haut en bas) et force vive de translation : la résultante (F) est oblique vers le sens du courant et dirigée de haut en bas ; elle se rapproche d'autant plus de la verticale que la force de translation est moindre. La résistance du lit (R) peut être représentée par une force dirigée de bas en haut, normalement à la pente. Théoriquement, cette énergie antagoniste peut, à un moment précis de l'évolution du thalweg, se trouver de même intensité que la « force du courant ». Pourtant, aucune « courbe d'équilibre » n'est conquise, l'égalité de deux forces n'impliquant nullement la stabilité de leur point d'application commun. Pour qu'il y ait *équilibre*, il faudrait, de plus, que les deux forces en jeu fussent opposées en direction. Tant que la pente est appréciable, F est oblique vers l'aval, R l'est également : l'angle des deux directions est inférieur à 180°. F et R ne peuvent s'équilibrer que sur un lit *horizontal* !

Il n'est donc pas étrange que la structure des *clues* provençales et des gorges du Verdon controuve l'idée de la régularisation de la pente des cours d'eau depuis leur embouchure jusqu'à leur source (1), et que la diversité des terrains ne rende pas entièrement compte de l'allure brisée, irrégulière, ondulée, des thalwegs. Dans la craie supérieure sensiblement *homogène*, les rivières cauchoises se sont créé des lits montueux, alternativement concaves et convexes par rapport à leur pente moyenne (2).

Certes, chaque courant a tendance, par une suite nécessaire de son action érosive, à diminuer la déclivité de son substratum et à réduire de plus en plus, *ipso facto*, son rôle mécanique. Mais il n'est à la poursuite d'aucune assiette physique spéciale ; la pesanteur seule sollicite ses eaux ; et seule, la chute verticale répond, en intensité et en direction, à l'énergie potentielle de la masse liquide dont il est formé.

Signification des alluvions. — D'autres renseignements hydrographiques ressortent de l'étude des alluvions.

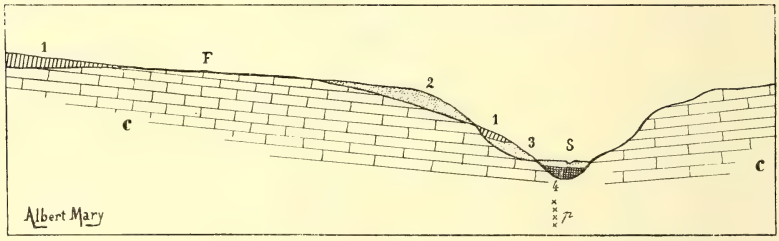
En général, les éléments siliceux abondent dans ces dépôts. Des zones de silex aux angles plus ou moins arrondis et recouverts d'une patine d'un brun jaunâtre, alternent avec des veines de sable fin, témoignant de crues violentes et de périodes de décroissance bien

---

(1) E.-A. Martel, *Le profil en long du grand cañon du Verdon.* (Annales de Géographie, t. XVII, 1908, p. 396.)

(2) Albert et Alexandre Mary, *L'enfouissement des eaux et l'hydrographie du littoral de la Seine-Inférieure.* (Bulletin de Géographie historique et descriptive, Imp. Nationale, 1908, p. 155, graphiques.)

caractérisées [1]. Les divers matériaux ont été arrachés aux terrains situés en amont. Les assises sénoniennes ont fourni les cailloux, partiellement broyés en graviers de différents calibres. Les résidus argileux proviennent de la décalcification de la craie. Les sables résultent de la dévastation des dépôts mauduniens, dont seuls quelques amas *témoins* sont encore en place. On remarque aussi de petits galets marins, ovoïdes, noirâtres, d'un poli parfait, des galets de quartzite et des fragments de quartz laiteux de dimensions très inégales, fortement roulés. La présence de ces roches dans le Nord-Ouest du bassin de Paris est imputable aux mers tertiaires qui y eurent leurs rivages, tandis que vers l'Orient, leurs vagues démantelaient les flancs du massif ardennais. Les courants quaternaires n'ont fait que mêler ces vestiges d'âges antérieurs aux résultats de leur propre travail de remaniement.



Coupe de la vallée de la Somme.

S, Somme; *F*, forêt d'Ailly; *c*, craie; *p*, axe synclinal du pli.
1, limon; 2, cailloutis des hauts niveaux; 3, graviers, sables; 4, tourbe.

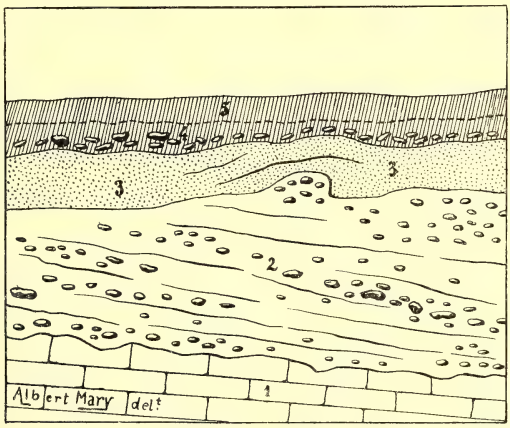
C'est en Picardie que les terrains de transport sont le plus développés. Ils apparaissent, dans la vallée de la Somme, sous une épaisseur de tourbe qui atteint 8 mètres, et sont typiques à Menchecourt et à Saint-Acheul, près Amiens. La distance excède fréquemment 1 200 mètres entre les ergerons supérieurs, composés d'un sable gras, limoneux, de couleur grise, où les cailloux sont très rares et ont des arêtes à peine émoussées. MM. Belgrand et de Lapparent y voient l'apport d'eaux assez tranquilles fluant dans un lit non encore creusé.

Contrairement à l'opinion de ces deux savants, nous estimons que le régime du cours d'eau n'ayant pas encore atténué sa pente devait être moins tranquille que jamais, et qu'on ne saurait, sans s'exposer à

---

[1] Albert de Lapparent, *Traité de Géologie*, 1883, p. 1081. — Leymerie, *Traité de Géologie*. Toulouse, Privat, éditeur, 1878, pp. 508 et suiv.

de graves mécomptes paléontologiques et stratigraphiques, rapporter les alluvions étagées à l'époque où le fond du thalweg coïncidait avec le niveau qu'elles occupent. Lorsqu'un ruisselet, grossi par une pluie d'orage, remplit son lit majeur, traînant de petits cailloux, des graviers et de la vase, il s'opère un triage des éléments roulés. Les pierres (qui seraient plus facilement véhiculées à la surface du courant, où la vitesse est plus grande) sont retenues dans la concavité par leur propre pesanteur, et se déposent d'abord dans la partie la plus creuse du lit.



Coupe des alluvions de la vallée de la Somme.

1, craie; 2, sables et graviers; 3, sable gras; 4, limon brun avec silex anguleux; 5, terre à briques (sol végétal).

(D'après Alb. de Lapparent.)

Le gravier, plus léger, est porté plus loin. Mais les sables fins et les limons, dispersés dans toute la section du liquide, se déposent indistinctement *à tous les niveaux baignés temporairement par le ruisseau* dès que la vitesse, fonction de la pente, est devenue moindre. Les puissants dépôts vaseux du Verdon, en amont du Pas-de-l'Imbut, s'élèvent à 30 mètres au-dessus du lit habituel du torrent, c'est-à-dire au niveau extrême des plus fortes crues [1]. Si, reprenant la comparaison du ruisselet, nous réfléchissons que la vitesse du courant peut être plus tôt amortie au cours d'une crue moins importante, nous ne serons pas étonnés, après plusieurs crues inégales, d'apercevoir en une même

---

[1] E.-A. Martel, *Creusement des vallées et érosion glaciaire.* (C. R. de l'Association française pour l'avancement des sciences, Congrès de Lyon, 1906, p. 1246.)

section transversale du thalweg, des limons sur les bords du lit majeur et des cailloutis sur les points voisins du lit mineur. Ce qui est vrai du ruisseau l'est aussi de la rivière ou du fleuve; il n'y a de différence que dans les proportions du phénomène, considérables quand il est question de ceux-ci, minuscules lorsqu'il s'agit de celui-là.

Les alluvions du Thérain aux environs de Rochy-Condé et de Villers-sur-Thère, en aval de Beauvais, comprennent, à partir de la base :

1° De gros silex fortement roulés;

2° Des graviers;

3° Des sables argileux (1).

Ces zones marquent trois stades d'activité décroissante de la rivière, et trois degrés d'usure érosive des vallées tributaires du Thérain; probablement, les sables argileux des couches supérieures sont des restes de l'enlèvement partiel des sables et des argiles infracrétacés du pays de Bray. Des moulages siliceux d'*Ananchytes ovatus* et des spécimens de l'industrie paléolithique se rencontrent dans les trois zones. Nous avons exhumé des graviers de Bruneval des fragments de défenses d'*Elephas antiquus*. A Bresles, les alluvions sont surmontées par une couche de tourbe de 3 à 8 mètres sur 8 kilomètres carrés.

Moins abondants sont les dépôts de l'Avelon, affluent du Thérain. A Montguillain, près de Goincourt, ils sont composés de graviers très argileux et de silex moyennement émoussés recouverts d'une belle patine rouge foncé. La mise en exploitation d'une ballastière, lors de la construction de la voie ferrée de Beauvais à Gisors, y a fait découvrir des pièces paléolithiques dont un grand nombre ont été roulées, mais parmi lesquelles certaines sont « merveilleuses de forme et de conservation (2) ». La nappe s'étend, d'un côté sous les tourbières d'Aux-Marais, de l'autre sur les pentes de Montguillain, avec 350 mètres de largeur... L'Avelon contemporain est un ruisseau qui n'a pas même 5 mètres d'une rive à l'autre, sur $1^{m}50$ de profondeur maxima !

Nous le demandons aux partisans du *statu quo* hydrographique : de telles alluvions anciennes pourraient-elles être l'œuvre d'un si infime courant? Et cette interrogation se pose aussi bien pour le Thérain, la Somme ou la Seine.

Les phénomènes hydrologiques se sont toujours accomplis avec la len-

---

(1) Molle, *Esquisse géologique des environs de Beauvais*, 1895, p. 13.

(2) Dr Th. Baudon, *Le préhistorique sur la falaise de Thelle*, 2e mémoire. (C. R. du Congrès préhistorique d'Autun, Schleicher, édit., 1908, tirage à part, p. 4.)

teur dont nous sommes témoins, assure Stanislas Meunier. Mais ici, la chronologie n'a rien à faire; une rivière impuissante à rouler un gros galet en quelques heures ou en quelques jours, ne le roulera pas davantage en un million d'années.

Réduction du débit des cours d'eau. — Les cailloux contenus dans les alluvions de la région, d'après les principes de l'hydraulique, ne peuvent être déplacés qu'à la vitesse minima de $1^{m}25$ par seconde. Dans la vallée de l'Avelon, entre autres, les cailloutis dominent peu ou point le lit de la rivière. La pente étant demeurée à peu près constante, parce que le bassin peu étendu du cours d'eau n'a éprouvé que des mouvements d'ensemble, la *profondeur de l'eau* est exclusivement en cause dans les variations de la rapidité.

La vitesse *en surface* de la plupart de nos rivières (cours moyen) irait de $0^{m}75$ à 1 mètre par seconde, en les supposant affranchies de l'entrave des usines hydrauliques; ce chiffre doit être diminué de moitié pour avoir celui de la vitesse *au fond* ($0^{m}38$ à $0^{m}50$). Comme, sur une déclivité invariable, on ne peut multiplier par 2.5 la vitesse qu'en multipliant l'épaisseur par 6 ou 7, l'Avelon avait au moins, à l'époque où il traînait les dépôts de Montguillain, une dizaine de mètres de profondeur moyenne (lit majeur). Avec la rapidité moyenne corrélative de $\frac{2.50 \times 4}{5}$, soit 2 mètres par seconde, et une largeur de plus de trois cents mètres, il débitait, en hautes eaux, 6 à 7 000 mètres cubes, quantité dont la Seine, à Paris, ne roule plus même le quart dans ses grandes crues (1).

La Seine débitait alors 50 000 mètres cubes (2), et peut-être beaucoup plus.

Tout cela paraîtra sans doute fantastique : c'est prodigieux, en effet, comparativement à nos courants déchus! Mais le géologue ne peut se soustraire à la nécessité de supputer une cause en rapport avec la nature et l'importance des faits observés. D'un autre côté, la chronologie cosmogonique attribue à l'époque quaternaire 5 à 800 000 de nos années : plus qu'il n'en faut pour intercaler une immense évolution hydrographique régressive. « L'ensemble d'une contrée change peu pendant la courte durée de la vie d'un homme... Distraits par d'autres

---

(1) Albert et Alexandre Mary, *Essai sur les rapports de l'évolution hydrographique quaternaire et de la chorologie humaine aux environs de Beauvais.* (C. R. du Ve Congrès préhistorique de France, en 1909.)

(2) Belgrand, *Etudes hydrologiques sur la Seine et son bassin.*

idées, nous ne remarquons point les modifications continuelles que subissent sous nos yeux les êtres et les choses qui nous entourent, et les seuls changements brusques nous frappent (1). »

Facies de l'hydrographie post-glaciaire. — Connaissant approximativement le modelé du sol et l'abondance des rivières après la période glaciaire, il nous est facile de reconstituer l'hydrographie quaternaire de nos contrées.

En tenant compte de la répartition des alluvions et du tracé des courbes de niveau, on voit que la Somme mesurait, vers l'emplacement d'Amiens, plus d'un kilomètre de largeur (2).

La Seine avait de 5 à 6 kilomètres et présentait d'endroit en endroit des élargissements dont le lac de Paris était le plus considérable (3).

Le Thérain, à son confluent avec l'Avelon, formait un lac de 1 500 mètres de largeur et près du double de longueur entre les hauteurs de Saint-Lucien et de Saint-Jacques. Un bief peu marqué le faisait communiquer avec le lac de Villers-sur-Thère. Puis le fleuve s'encaissait entre les collines de Merlemont et Montreuil sur la rive droite, de Bourguillemont et du Quesnoy sur la rive gauche. Sur l'emplacement de la commune de Bailleul, le Thérain s'épanouissait en un vaste bassin, comptant plus de 6 kilomètres des hauteurs de Villers-Saint-Sépulcre aux environs de Bresles et La Rue-Saint-Pierre, et $4^{km}5$ des côtes du Quesnoy au mont de Hermes. Une île escarpée, boisée, en émergeait : c'était le mont César; et les deux buttes de sables mauduniens désignées sous le nom de *monts de sable* couronnaient un îlot plus oriental. En face de Hermes, nouveau rétrécissement, large de 900 mètres. Enfin venaient les petits lacs de Mouchy et de Bury, séparés par la passe de Mouy (4).

De la sorte, les cours d'eau post-glaciaires de la France du Nord n'étaient pas homologues des fossés plus ou moins larges et sinueux que nous connaissons; c'étaient des chapelets de lacs réunis par des passes étroites comparables à des biefs d'écluse. En cherchant sur la

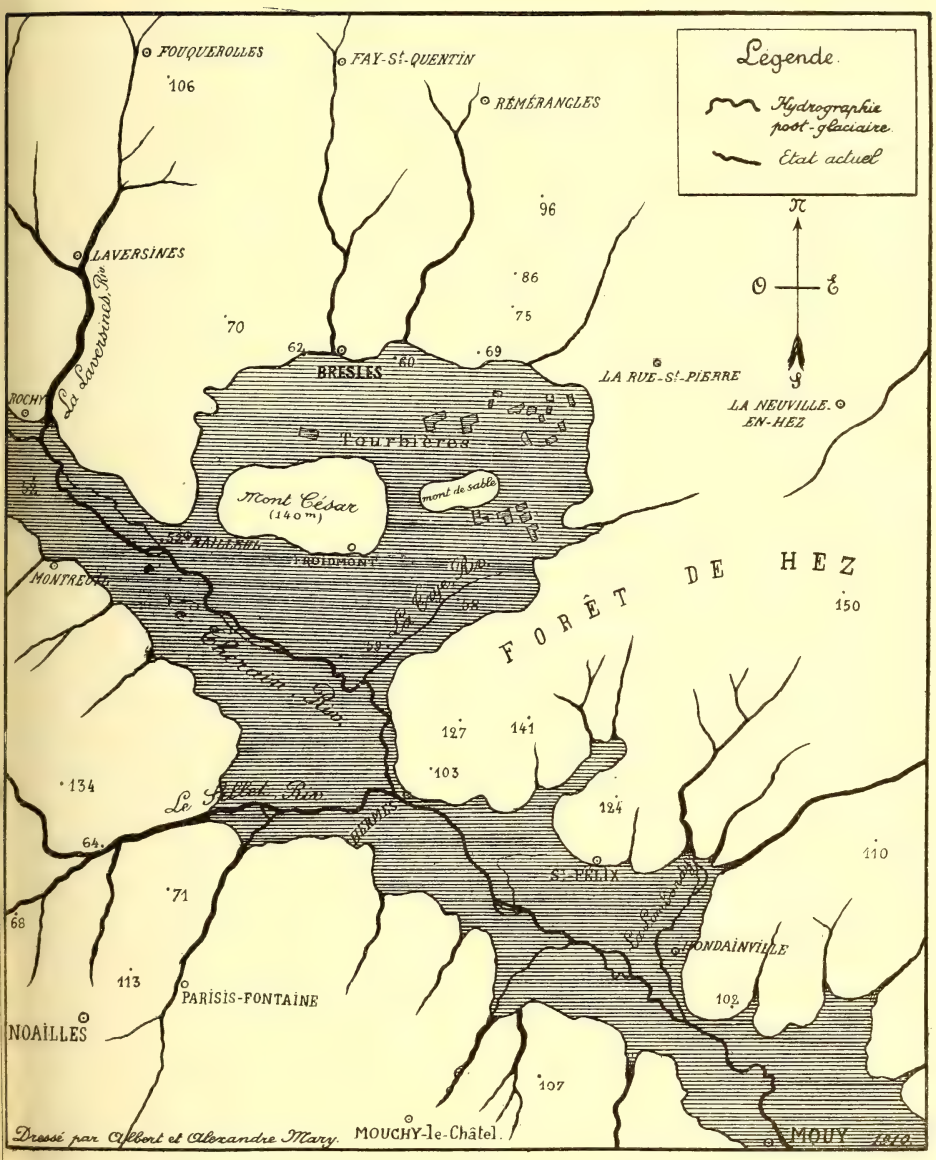
---

(1) Félix Maillard, *Etude géologique sur la vallée du Thérain*. (Mémoires de la Société académique de l'Oise, t. Ier, 1847, p. 77.)

(2) Albert de Lapparent *Traité de Géologie*, 1883, p. 1081.

(3) Cf. Clémence Royer, *Le lac de Paris*. (La Philosophie positive, mars-avril 1877.)

(4) Albert et Alexandre Mary, *Essai sur les rapports de l'évolution hydrographique quaternaire et de la chorologie humaine aux environs de Beauvais*. (C. R. du Ve Congrès préhistorique de France, en 1909.)



HYDROGRAPHIE POST-GLACIAIRE ET HYDROGRAPHIE ACTUELLE ENTRE BEAUVAIS ET CLERMONT (OISE).

COURS MOYEN DU THÉRAIN.

mappemonde les régions où l'hydrographie possède des caractères analogues, on remarque principalement l'Amérique septentrionale, la Scandinavie orientale et la Finlande. Que l'on suive le fleuve Mackenzie, ou le Saint-Laurent, dont les grands lacs Supérieur, Michigan, Huron, Erié et Ontario ne sont que le cours antérieur, et dont l'un des affluents, l'Ottawa, ne forme pas moins de dix lacs importants, au nombre desquels le Victoria et le Témiscamang; que l'on jette les yeux sur les rivières suédoises : Luléa, Pitéa, Skelleftéa, Uméa, Angermann, Indals, etc.; ou que l'on considère le réseau fluvio-lacustre de la province d'Olonetz (Russie septentrionale), l'Uléa lapon, le Saïma finlandais surtout : le Saïma déchiqueté, allongé en plusieurs bras, entouré de lacs, qui n'est lui-même ni cours d'eau ni lac, qui se resserre, sous le nom de Woxa, pour s'ouvrir dans l'immense Ladoga, — on gardera l'impression d'un facies diamétralement opposé à celui des autres pays du globe, et à la faveur duquel l'eau est encore à demi maîtresse des continents. On ne notera jamais un tel aspect ailleurs que sur les continents *jeunes*; il est le privilège exclusif des terres d'apparition géologiquement récente. Qu'il ait été celui de notre hydrographie quaternaire, c'est ce dont nul ne s'étonnera en se souvenant que la grande période glaciaire fit temporairement, comme nous l'avons déjà dit, un fond marin de notre contrée.

Après des centaines de siècles, l'évaporation superficielle et la capillarité, d'une part, l'avidité des roches inférieures, d'autre part, ont achevé de faire disparaître l'eau dont les terrains s'étaient imbibés durant leur immersion. Le colmatage des lithoclases par les produits d'altération des couches en contact permanent avec la masse liquide, et sans doute aussi par de faibles dépôts océaniques, n'a pu résister indéfiniment aux assauts des gelées, des pluies, des vents, des eaux courantes... D'autres facteurs encore, que nous étudierons tout à l'heure, sont intervenus pour substituer lentement une pauvre hydrographie plus semblable à celle d'aujourd'hui, aux nappes subaériennes abondantes, aux rivières épanchées dans des anses profondes.

Transformation et simplification des systèmes hydrographiques superficiels. — Le propre travail des cours d'eau s'est traduit, à la surface du sol, par des oscillations latérales, par la création et la destruction successives des méandres, et par des captures totales ou partielles de rivières au profit de réseaux auxquels elles n'appartenaient primitivement pas.

Au Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, en 1906, MM. G. Ramond et P. Combes fils en ont décrit, à propos de

la Bièvre, de l'Yvette et de l'Orge, l'un des plus intéressants exemples de la région [1]. Originairement, la Bièvre recevait à Villaine (Massy) l'Yvette comme affluent principal, et un autre petit cours d'eau, maintenant représenté par le tronçon inférieur de l'Yvette, se jetait dans l'Orge vers Epinay. Les progrès de l'érosion et de la dénudation ont fait reculer vers l'Ouest l'origine de ce dernier vallon, jusqu'au moment où la dépression a gagné le cours de l'Yvette, — alors tributaire de la Bièvre, — qui a été *capturé* au bénéfice du bassin de l'Orge. La dénudation, l'intempérisme et, plus tard, la culture, ont effacé toute trace de vallée entre Palaiseau et Villaine.

A ce que l'on pourrait appeler la « phase de déchéance » des cours d'eau, correspondent d'autres mutations bien plus générales. Tandis que baissaient les grandes artères, les affluents de second ordre et la partie supérieure des vallées tendaient vers une dessiccation complète. Le voyageur qui traverse les plateaux de la Picardie, du Thelle ou du Pays de Caux n'est pas peu surpris de croiser à chaque pas, pour ainsi dire, des thalwegs de grande étendue où ne court plus le moindre ruisselet. N'est-ce pas l'un des caractères distinctifs du « *Paysage de craie* », tel que le dépeignent les géographes? — « Formes aux contours arrondis, pentes souvent étagées par des rideaux, sol blanchâtre, perméable et *sec*, telles sont les impressions qui frappent le regard... *L'absence d'eau courante*, l'uniformité du sol sur de larges étendues, les progrès de la culture, toutes ces causes naturelles ou humaines expliquent la pauvreté de la flore de la craie et la monotonie du tapis végétal; les fleurs même, par leur coloration, semblent participer aux teintes effacées du sol [2] ... »

Le Thelle renferme 150 kilomètres de ravins secs; la partie du plateau picard comprise dans le seul département de l'Oise en compte une longueur totale dépassant 350 kilomètres. Le ruisseau de Laversines, tributaire du Thérain, à un myriamètre E. de Beauvais, mérite d'être cité. De nos jours, la longueur des ruisseaux qui composent le système, est à peine d'une lieue et demie, alors que la région de l'ancien cours supérieur et de ses affluents possède près de huit lieues de vallées sèches [3]!

Les bassins entiers de la Somme, du Thérain, de l'Epte et des

---

(1) *Phénomène de capture aux environs de Paris.* Lyon, Storck, imp.

(2) Albert Demangeon, *La Picardie.* Armand Colin, 1905, pp. 48 et 49.

(3) Albert et Alexandre Mary, *C. R. du Ve Congrès préhistorique de France.*

rivières littorales fourmillent de faits de ce genre. La rive gauche de la Brêche (affluent de l'Oise) « est découpée en ravins nombreux... Il est aisé de voir que tous ces mouvements de terrain ont été pratiqués par les eaux aux dépens d'un plateau dont on retrouve la continuité vers les limites orientales et occidentales du canton de Clermont (Oise) (1). » Les ravins convergents du Petit Thérain et du cours supérieur de la Celle, de la Noye et de la Troësne, offrent des cas remarquables.

On doit une mention spéciale à certaines parties des pagis d'Auge et de Bessin (2), sans omettre la « Campagne de Caen », large bande de plaine et de petits plateaux, où les cours d'eau sont rares. Non qu'il s'en perde beaucoup : il n'y a que deux pertes de rivière, et l'une d'elles est temporaire. Mais il en a beaucoup disparu. « Nombreux sont les vallons et ravins, et tous sont d'anciennes vallées. Il est aisé, rien qu'à l'aspect de la carte, de voir ce qu'était autrefois le réseau hydrographique. Et la comparaison avec le réseau actuel montre combien il a été perdu de rivières (3). »

Causes météorologiques. — L'évolution pluviométrique a joué largement son rôle dans l'affaiblissement des lignes de ruissellement. L'extension des glaciers (deuxième période glaciaire) coïncide forcément avec une ère de précipitations atmosphériques anormalement abondantes, au début de laquelle achèvent de se dessiner la plupart des grands condenseurs montagneux. La pluie était alors « infiniment plus abondante que de nos jours, et cela dans toute la zone qui s'étend depuis le Sahara jusqu'au centre de l'Angleterre, comme depuis la Louisiane jusqu'aux grands lacs américains (4) ».

A cette perturbation temporaire, épisode assez infime de l'histoire de la Terre, il convient d'ajouter un phénomène continu dans la série des âges géologiques : *la variation générale des eaux météoriques.* « Lentement, le soleil et notre feu central perdent leur calorique initial. L'évaporation se fait de moins en moins active, entraînant une diminution semblable des pluies, diminution qui n'est nullement apparente

---

(1) Debauve et Roussel, *Histoire et description du département de l'Oise.* Imp. Marpon et Flammarion. 1890.

(2) Cf. Bigot, *Asséchement des vallées dans les régions calcaires du Calvados.* (C. R. Association française pour l'avancement des sciences, Angers, 1903.) — E.-A. Martel, *La Spéléologie au XXe siècle*, p. 120.

(3) *Le desséchement du Globe.* (Journal des Débats, 29 août 1907.)

(4) A. de Lapparent, *Traité de Géologie* (1883), p. 1105.

en cent ou cinq cents ans, mais qui devient sensible lorsqu'il s'agit, comme pour la durée des temps quaternaires, de centaines et de milliers de siècles (1). »

Enfin, cette diminution générale est troublée, retardée ou accentuée par des alternances de pluviosité ou de sécheresse. Il est indubitable que le desséchement, dont les manifestations prodromiques datent de loin, n'est pas de façon appréciable à la merci de ces périodes critiques. Il est également indubitable que la deuxième moitié du XIXe siècle a été marquée par une diminution graduelle des pluies. D'après M. Moureaux, directeur de l'Observatoire du Parc St-Maur, la moyenne pluviométrique n'a été que de 522 millimètres de 1894 à 1903, contre 597 millimètres de 1874 à 1883 ; et d'après M. le Prof^r Gosselet, « les pluies hivernales, comptées à partir du 1er novembre, ont été moins abondantes de 1886 à 1904 (moyenne à Lille : 260 millimètres) que pendant la période précédente, 1870-1885 (moyenne correspondante : 330 millimètres) (2) ».

En remontant à plus d'un siècle, on voit que les époques de grande sécheresse ont été les suivantes :

ANNÉES.	LAME ANNUELLE MOYENNE des périodes (Observée à Montdidier [Somme].)
1793-1798	0m46
1832-1834	0m43
1861-1864	0m41
1902-1903	0m53

La périodicité est évidente. Les *minima pluviométriques* reviennent avec trente à trente-quatre années d'intervalle, conformément à la loi, tant controversée, de Brückner.

C'est au retour temporaire de l'humidité qu'est due la renaissance, en ces dernières années, des sources du Gambon et du ruisseau de

(1) ALBERT et ALEXANDRE MARY, *Spelunca*, juin 1907, § III.

(2) *Essai de comparaison entre les pluies et les niveaux de certaines nappes aquifères*, communication faite à la Société géologique du Nord (séance du 7 juin 1905).

Paix, aux environs des Andelys (1). Mais les exemples de cette nature sont rares dans la région.

Influences botaniques. — Communément, on prête au déboisement une action prépondérante sur la régression des eaux subaériennes.

M. Ch. Grad estime qu'il faut attribuer à la présence des forêts les pluies abondantes des provinces annexées (2).

M. Becquerel a constaté qu'en 1866, la quantité d'eau tombée était plus grande près des bois que loin des bois, dans la proportion de 730 à 585 millimètres, c'est-à-dire de $^1/_5$ (3).

Toutes les contrées défrichées sans discernement sont devenues plus arides. « Plusieurs districts d'Australie, où la précipitation moyenne, avant 1863, était de 37 pouces, ne donnent plus, défrichés, que 17 pouces d'eau ; certains torrents des Alpes ont diminué leur débit moyen, et la plaine de la Harth (Alsace), jadis couverte de bois, s'est desséchée, depuis son défrichement, au point de porter maintenant le nom de *Durre Harth*, le Harth aride (4). »

Suivant Strabon, les Babyloniens avaient à lutter énergiquement contre les inondations de l'Euphrate ; ces débordements n'ont plus lieu, et M. P. Dehérain voit dans le déboisement la raison de ce fait. M. de Humboldt rapporte que le lac Ticaragua, au Vénézuéla, se desséchait au début du XIXe siècle ; en 1822, au dire de M. Boussingault, ce lac recouvrait de nouveau des terres que l'on avait pu cultiver : la guerre de l'indépendance ayant détruit la population, les forêts avaient regagné du terrain et rendu leur volume primitif aux rivières dont la réunion forme le lac Ticaragua. Dans les hauts plateaux de la Nouvelle-Grenade se trouve le village d'Ubate, voisin de deux lacs réunis autrefois en un seul. « Les anciens habitants, » ajoute Boussingault, « ont vu successivement les eaux diminuer et de nouvelles plages s'étendre d'année en année... En parcourant les environs d'Ubate, en consultant les plus vieux chasseurs du pays, on reste convaincu que de nombreuses forêts ont été abattues (5). »

La même théorie a été appliquée aux pays qui font l'objet de notre travail, par Louis Graves (6) et bien d'autres auteurs. « On doit attribuer

---

(1) Lettre de M. L. Coutil aux auteurs.

(2) *Météorologie de l'Alsace et des Vosges*, 1872.

(3) *C. R. de l'Académie des Sciences*, t. LX, 1865, pp. 1049 et suiv.

(4) *Influence des forêts sur le climat*. (Musée universel, année 1873.)

(5) Cité par M. Dehérain, *Cours de chimie agricole*. Hachette, 1873, p. 379.

(6) Voir chap. II.

uniquement », déclare M. de Bernéaud, « aux défrichements mal entendus et à la destruction successive des arbres, la diminution sensible des eaux versées dans le vaste bassin de l'étang de Montmorency (Seine-et-Oise [1]. » Et M. Victor Dujardin écrit : « Le déboisement du Valois a, depuis un demi-siècle, diminué la quantité des eaux pluviales, leur emmagasinement, et, comme conséquence, les eaux qui jaillissent de terre [2]. »

Nous montrerons plus loin qu'une corrélation assez étroite existe quelquefois entre les déboisements partiels et les progrès locaux du dessèchement. Mais il ne faut pas généraliser. Nous devons faire remarquer, à l'encontre de cette tendance très répandue, que si les forêts augmentent, dans un très faible rayon, le volume des météores aqueux précipités, si elles accentuent singulièrement la tension hygrométrique de l'air ambiant, cela vient justement de ce qu'elles retiennent, par leur couvert, $^1/_4$ de l'eau reçue, et qu'elles sont le siège d'une transpiration foliacée considérable. D'après von Höhnel, un massif séculaire de hêtres évapore annuellement, par *transpiration*, de 0^m35 à 0^m54 en tranche verticale, soit les $^2/_3$ de l'eau reçue dans la Picardie ou le Valois. Les expériences faites à l'École forestière de Nancy nous ont appris que le niveau piézométrique, toutes conditions égales, est *plus bas en forêt qu'en sol cultivé* [3]. M. H. Gannett affirme catégoriquement que la fonction des étendues boisées est simplement « de rendre aussi grand que possible le débit minimum des courants et de réduire les crues [4] ». Régulateurs efficaces, les forêts ne sont pas directement des agents d'enrichissement pour nos sources.

La doctrine qui rend la *culture intensive* responsable de l'effacement progressif des tracés de ruissellement externe, n'appelle pas moins de restrictions. C'est en vain que M. Emile Haug, professeur à la Sorbonne, a cru récemment devoir adopter cette théorie agricole [5] dont la valeur est bien restreinte quantitativement et chronologiquement. M. Houllier, conducteur des Ponts et Chaussées, s'en est fait avant lui le défenseur, d'une façon fortement documentée, en se fondant à la fois sur les recherches de Lawes, d'Haberlandt, d'Helbriegel

---

(1) *Voyage à Ermenonville,* par Arsenne Thiébaut de Berneaud, secrétaire perpétuel de la Société Linnéenne de Paris, 3e édition, 1826, p. 18.

(2) *Histoire du Valois.* Céret, 1888, Lamiot, éditeur, p. 178.

(3) *Revue des Eaux et Forêts,* 1903. Mémoire de M. Henry.

(4) *United States geological Survey : Forest conditions in the Cascade Range.* Oregon, 1903.

(5) *Traité de Géologie,* t. Ier. Armand Colin, édit., 1907, p. 355.

et sur les observations qu'il a effectuées dans le bassin de la Somme, que bénévolement il qualifie de plaine (1) !

La superficie du bassin de la Somme et des bassins affluents, dit essentiellement M. Houllier, est de 590 000 hectares; la hauteur annuelle des pluies est, pour la même zone, de $0^{m}63$ (moyenne des vingt dernières années); le volume des eaux reçues s'élève donc, par an, à 3 717 millions de mètres cubes, soit, par seconde, à 118 mètres cubes. La rivière écoule, pendant le même intervalle de temps, 27 mètres cubes, soit 23 % et en hauteur $0^{m}145$ de la lame annuelle; dans la première moitié du XIXe siècle, elle en écoulait davantage, son débit moyen étant alors supérieur à 35 mètres cubes par seconde.

Le sol peut être considéré comme un immense réservoir dans lequel une multitude de petites pompes puisent l'humidité fertilisante nécessaire au développement des végétaux. La jachère ne subit guère les effets de la transpiration végétale. Les observations faites à l'Ecole de Grignon, avec les corrections résultant de la différence des pluies et de celle des rendements, démontrent que, dans la Somme, l'on peut évaluer au minimum à $0^{m}085$ la tranche d'eau supplémentaire que laissent passer les jachères par comparaison avec les terres emblavées. Comme il y avait jadis 170 000 hectares de jachères de plus qu'aujourd'hui, l'excédent de volume d'eau qu'elles laissaient écouler chaque année était de 144 500 000 mètres cubes, soit par seconde $4^{m3}600$.

Cet important changement n'est pas le seul que l'on puisse observer dans la culture du sol. Le perfectionnement du matériel agraire, la diffusion des meilleurs procédés et l'introduction de nouvelles cultures ont transformé la production. Il en est résulté une augmentation de rendement qui correspond, au bas mot, à une production de 1 000 kilogrammes de matières sèches à l'hectare. La surface cultivée il y a cent ans et ainsi améliorée s'élève à 310 000 hectares; en tenant compte de ce que la fumure du sol est ordinairement meilleure aujourd'hui qu'autrefois, on peut compter sur un chiffre d'évaporation de 250 kilogrammes d'eau par kilogramme de matière sèche, et la consommation supplémentaire annuelle de la superficie des terres emblavées peut être évaluée au moins à $250^{kg} \times 310\,000 \times 1\,000 = 77\,500\,000$ mètres

(1) *Cause réelle de l'appauvrissement des sources dans les pays de plaines.* (Bull. de l'Hydraulique agricole, fasc. 31, p. 241.) — *C. R. de l'Académie des Sciences* (6 février 1905). — *Bulletin de la Société nationale d'Agriculture* (8 février 1905). — *Bulletin de la Société Linnéenne du Nord de la France*, t. XVII, 1905, pp. 382 et suiv., etc.

cubes, correspondant à $2^{m3}5$ par seconde. Ainsi, la suppression des jachères et l'amélioration des cultures ont eu pour conséquence une augmentation de la transpiration végétale, qui, répartie sur toute l'année, atteint par seconde $4^{m3}600 + 2^{m3}500$, soit $7^{m3}100$. Ces causes justifieraient facilement la diminution de 8 mètres cubes constatée dans le débit de la Somme (1).

Si l'on souscrit pleinement aux chiffres rapportés, on trouve des résultats impossibles. Schleiden et P. Dehérain ont évalué à 10 à 30 mètres cubes la quantité d'eau transpirée par les cultures herbacées sur un hectare et en une journée (2). En prenant la moyenne de 20 mètres cubes pour une période de végétation de six mois, le volume évaporé dans le bassin de la Somme serait de plus de 1 100 millions de mètres cubes. D'après Dausse, l'*évaporation directe* égale, dans le Nord de la France, les deux tiers de la lame annuelle, soit en moyenne, pour le bassin de la Somme, 2 500 millions de mètres cubes. *Ces deux nombres forment ensemble 3 600 millions de mètres cubes, c'est-à-dire sensiblement autant que le total moyen des pluies d'une année;* et ils n'embrassent ni l'eau *assimilée* par les plantes, ni l'évaporation par les *bois et arbres* (80 millions de mètres cubes), ni le débit de la Somme (850 millions de mètres cubes)! Les évaluations de M. Houllier sont donc très exagérées.

« On peut compter sur une évaporation plus forte parce que la fumure du sol est ordinairement meilleure aujourd'hui qu'autrefois », laisse entendre M. Houllier. Rien ne serait moins exact. Dans un de ses mémoires (3), Lawes a déterminé le poids d'eau évaporé, pendant la durée de sa croissance, par un pied de quelques-unes des plantes habituellement cultivées; le blé et l'orge transpirent *deux fois moins*, et le trèfle *quatre fois moins*, en présence des engrais et des sels ammoniacaux que dans un sol brut. « On ne saurait manquer d'être frappé », déclare M. P. Dehérain, « de voir dans cette expérience, comme dans celle qui a été faite autrefois par Woodward, la plante évaporer d'autant moins d'eau qu'elle trouve des principes nutritifs plus abondants (4)! »

La théorie de M. Houllier n'est pas, on le voit, exempte de tout

---

(1) *Bulletin de la Société Linnéenne du Nord de la France,* n° 368, t. XVII, pp. 377 à 381.

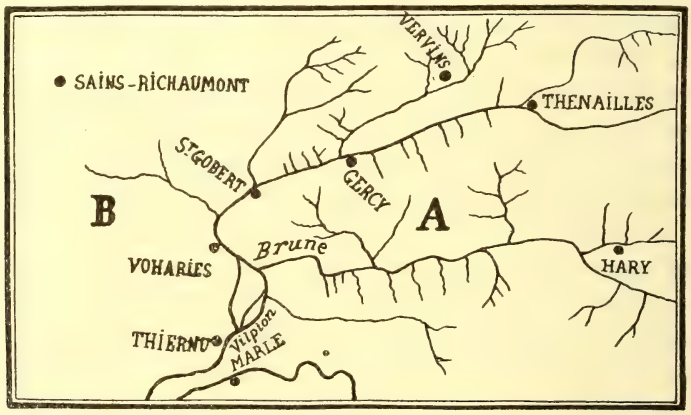
(2) Dehérain, *Cours de chimie agricole.* Hachette, 1873, pp. 184 et 185.

(3) *Journal of the Horticultural Society of London,* vol. V, 1850, p. 1.

(4) *Cours de chimie agricole,* p. 174.

reproche. Le serait-elle, qu'elle resterait impuissante à justifier autre chose qu'une réduction *des rivières contemporaines*. Elle n'apporterait une solution satisfaisante ni au problème de la modification, en profondeur et en direction, des lignes hydrographiques, ni à celui de l'extrême diminution des grands fleuves quaternaires, ce dernier fait, disions-nous dans un ouvrage précédent, ne pouvant s'expliquer *par des raisons culturales* à un âge *où il n'y avait pas d'agriculture* (1).

Comparaison hydrographique des diverses contrées de la région considérée. — Une autre série de documents doit entrer en jeu pour arrêter la position de la question. Si la disparition des cours d'eau était exclusivement provoquée par des facteurs agissant dans tout le secteur géographique, elle se produirait avec une égale intensité sur l'étendue complète du territoire.



Fragment de carte hydrographique montrant le contraste entre la région de craie blanche (*B*) et celle où se trouve a faible profondeur un substratum de craie marneuse (*A*)

Mais il n'en va pas ainsi. Au Nord-Est de la région, le contact de la craie blanche sénonienne et de la craie marneuse turonienne met en opposition deux hydrographies bien divergentes dans un bien étroit rayon. Quand la craie blanche revêt d'assez grandes épaisseurs, ce sont des cours d'eau rares, des vallées sans eau, des sources taries; quand,

(1) Albert et Alexandre Mary, *Notes pour servir à l'étude hydrogéologique et spéléologique du soulèvement du Bray et des accidents synchroniques*, H. Champion et *Société d'études historiques et scientifiques de l'Oise*, 1906; et *2e tirage*, revu et augmenté (avec 3 pl. et préf. de M. Albert de Lapparent), J. Rousset, édit., 1907, p. 30.

au contraire, un substratum de craie marneuse moins fissuré (comme étant moins superficiel) et plus étanche de par sa nature, gît à une petite profondeur pour affleurer à flancs de vallées, les eaux souterraines, qui ne l'entament que lentement, coulent à sa surface et sourcent aux points d'affleurement. C'est le contraste d'une hydrographie riche et relativement stable avec une hydrographie simplifiée à l'extrême et en voie de continuelle et rapide décadence.

Au centre, la fraction de la vallée de Bray (partiellement imperméable) située dans le département de l'Oise, contient — y compris le Thérain qui coule longtemps dans une faille parallèle à l'axe longitudinal et rentre définitivement dans la déchirure près de Hermes — 47 cours d'eau dignes d'être notés, formant une longueur totale voisine de 240 kilomètres. Les sections des plateaux crayeux du Thelle et de la Picardie incluses dans la même division administrative, bien que mesurant ensemble une superficie *trois fois plus grande*, ne renferment, la première, que 7 cours d'eau avec 40 kilomètres de développement, et la seconde, 17 avec environ 140 kilomètres, soit en tout 24 cours d'eau et 180 kilomètres [1]. Ramené à des aires équivalentes, le rapport des longueurs fournies par les plateaux à celles fournies par le Bray est donc de deux neuvièmes ; le rapport numérique est un peu supérieur à un sixième. Même chose pour les sources. Les cantons de Songeons, du Coudray, d'Auneuil, de Beauvais, de Mouy et de Noailles, qui coïncident avec la déchirure du Bray, ont ensemble près de 180 fontaines, alors que ceux de St-Just, Maignelay, Froissy, Breteuil, Crèvecœur, Grandvilliers, Nivillers, Méru et Neuilly-en-Thelle, qui couvrent l'étendue des plateaux crétaciques, n'en réunissent qu'une centaine. Vu la différence des surfaces, la proportion est six fois plus forte dans le premier territoire que dans les seconds.

On obtiendrait des chiffres s'écartant peu de ceux-ci en prenant comme terme de parallèle, au lieu des districts français que nous venons de citer, certaines portions du Sussex et du Hampshire, qui représentent, de l'autre côté de la Manche, la continuation géologique du Nord-Ouest de la France. Browne, Whitaker, Hébert et Barrois ont fait connaître les relations rigoureuses des deux contrées, et de Lapparent a synthétisé cette correspondance en un suggestif tableau. Les *chalk downs* se retrouvent avec la même morphologie et la même flore aux

---

[1] Cf. *Carte* dressée par le service des Ponts et Chaussées sur l'ordre du Conseil général de l'Oise, 1894.

abords du Bray : aux touristes sceptiques de jeter un regard sur les promontoires des falaises méridionales de la dépression près de la ligne de Paris à Beauvais par Méru, au delà du tunnel de Laboissière [1]! Le bassin du Hampshire est influencé par la tectonique du Bray comme le bassin de Londres l'est par celle de l'Artois. — Eh bien, le desséchement superficiel a sévi dans le Sud de la Grande-Bretagne avec autant d'énergie que de ce côté-ci de la mer, et les vallons secs n'y constituent pas davantage des exceptions.

Etant donné, d'une part, que l'hydrographie de contrées géologiquement homologues apparaît sous le même jour; et d'autre part, que celle de pays enclavés dans ces contrées, mais *minéralogiquement et tectoniquement différents*, s'en éloigne avec netteté, nous sommes en droit de conclure qu'il faut chercher dans *la nature et la manière d'être* du substratum crayeux de nos plateaux une cause essentielle du progrès de leur dessiccation.

CHAPITRE II.

Comment meurent les sources de la craie.

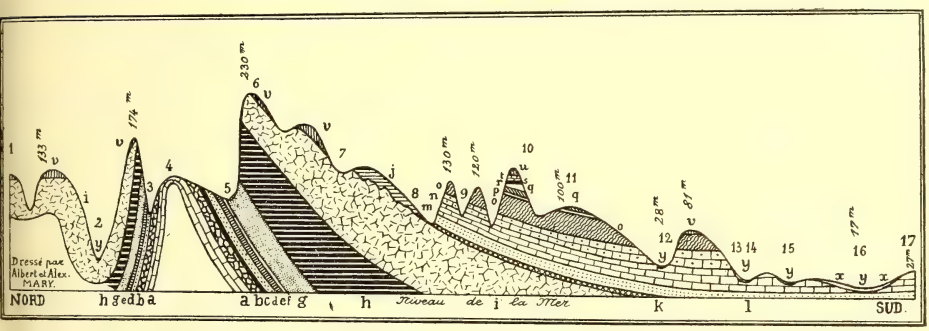
Les eaux souterraines des calcaires et de la craie. — Dans le secteur Nord-Ouest du bassin de Paris, la série des étages du Crétacé supérieur affleure sur la moitié de la superficie. Le système infracrétacé se montre en une succession complète sur l'anticlinal démantelé du Bray, au milieu duquel perce le soubassement jurassique, que l'on retrouve dans le Calvados. Le Sud-Est de la région est tertiaire et surtout éocène.

Lithologiquement parlant, c'est le triomphe du calcaire : oolithe bajocienne de Port-en-Bessin, marnes vésuliennes et calcaire de Caen, calcaire bradfordien de Bayeux, marnes oxfordiennes de Dives, oolithe glypticienne de Trouville, calcaire dicératien de Blangy, marnes séquaniennes de Villerville, marnes ptérocériennes de la Hève, marnes, grès calcaires et calcaires marneux boloniens de Neufchâtel et de Gournay, craie glauconieuse rotomagienne du Havre et du pays de

---

[1] Albert de Lapparent, *Le Pays de Bray*. 1879. — Albert et Alexandre Mary, *La vallée de Bray*. (Bulletin officiel du Touring-Club de Belgique, 15 juillet 1909, p. 303.)

Bray, craie carentonienne de Rouen, craie marneuse turonienne de Rouen ou de Fécamp, craie blanche et craie noduleuse santoniennes des Andelys, de Saint-Martin-le-Nœud ou de la Picardie, craie blanche de Meudon, Gisors, Mantes, Beauvais, Laon, et craie phosphatée campanienne de Picardie, calcaire pisolithique garumnien de Laversines, calcaires grossiers lutétiens du Laonnois ou de Creil et de Montlévêque, marnes liguriennes d'Enghien, Argenteuil et Sannois!



Coupe stratigraphique de Sauqueuse-Saint-Lucien a Achères, suivant la 30e minute de longitude occidentale.

(Rapportée au Méridien de Paris.)

Les hauteurs sont exagérées 55 fois par rapport aux longueurs.

Légende. 1, Sauqueuse-Saint-Lucien; 2, Beauvais; 3, Saint Martin-le-Nœud; 4, Bois de Belloy; 5, Berneuil; 6, Malassise; 7, Saint Crépin-d'Ybouvillers; 8, Hénonville; 9, Theuville; 10, Epiais; 11, Génicourt; 12, Osny; 13, Cergy; 14 et 15, rivière d'Oise; 16, la Seine (fleuve); 17, Achères.

a, Grès ferrugineux urgoniens; *b*, argiles panachées; *c*, argiles à *Ostrea aquila;* *d*, sables verts; *e*, argile du gault; *f*, gaize; *g*, craie glauconieuse; *h*, craie marneuse; *i*, craie blanche; *j*, argile à silex, conglomérat et sables de Bracheux; *k*, argile plastique; *l*, sables de Cuise; *m*, calcaire grossier inférieur et moyen; *n*, calcaire grossier supérieur; *o*, sables et grès de Beauchamp; *p*, marnes de Saint-Ouen; *q*, marnes et gypse de Champigny; *r*, marnes et glaises vertes; *s*, marnes à huîtres; *t*, sables de Fontainebleau; *u*, marnes lacustres et meulière de Montmorency; *v*, limons quaternaires; *x*, sables et graviers anciens; *y*, alluvions modernes et tourbe.

Le mode de circulation des eaux infiltrées dans ces couches dont le degré de perméabilité se mesure au degré de fissuration, fait encore l'objet de conceptions erronées et fantaisistes dont il est grand temps de faire justice. De ce nombre est la notion de « nappe aquifère

générale et profonde » préconisée par M. Verstraeten (1). De ce nombre aussi est l'étrange définition hydrologique de la craie donnée par M. Albert Demangeon dans son bel ouvrage sur *la Picardie* (2). Pour cet auteur, la craie est perméable. « Cette perméabilité tient le milieu entre l'extrême porosité des assises meubles dont les sources sortent parfois en suintements presque imperceptibles, et la grossière perforation des calcaires durs qui laissent échapper, par l'intermédiaire d'abîmes et de cavernes, d'énormes et rares rivières souterraines. Malgré les irrégularités locales de sa masse perméable, la craie contient de véritables *nappes* aquifères. »

Nous ne sommes pas exigeants, et nous désirerions seulement que M. Demangeon nous désigne un point de la Picardie où nous puissions trouver quelque spécimen de cette merveilleuse craie perméable et constater l'existence d'une quelconque de ces nappes aquifères de la craie! Mais M. Demangeon, comme M. Verstraeten, comme tous les partisans des « nappes » des calcaires, n'en a jamais vu et ne sait guère où il faudrait aller pour en voir. Dix années d'explorations nous ont appris, bien au contraire, que les eaux souterraines de la craie et des calcaires tertiaires circulent par filets liquides, ruisseaux et riviérettes cachés, — et cela non pas à la faveur d'une porosité très variable qui ne se traduit que par l'abondance de l'eau de carrière, mais grâce aux lithoclases grandes et petites, aux solutions de continuité des assises.

En plein Crétacé supérieur, les puits du Vauroux (Oise) tombent, à 80 mètres de profondeur, dans un courant qui donne naissance à l'Aunette (3). A Pierrefitte (Oise), le puits communal est alimenté par une petite rivière issue des infiltrations du Mont Bénard (4). Le puits creusé en 1903 pour l'alimentation en eau potable de la commune de Saint-Just-en-Chaussée traverse, vers $7^{m}50$ de profondeur, un banc de craie dure, puis donne sur un ruisseau débitant 80 à 90 mètres cubes à l'heure (5). M. Baroux s'exprime ainsi au sujet d'un forage exécuté

---

(1) Voir la curieuse réfutation de cette hypothèse dans le mémoire considérable de M. Ernest van den Broeck : *Le dossier hydrologique du régime aquifère en terrains calcaires.* (Bull. de la Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol., t. XI, fasc. V, 1901.)

(2) P. 123.

(3) Emile Gailliard, *Hydrographie du département de l'Oise,* 1889.

(4) Philéas Lebesgue, *Lettre aux auteurs* (18 avril 1909).

(5) Cf. *Gazette de l'Oise* (7 mai 1903) et *Journal de Clermont* (8 mai 1903).

dans la craie sénonienne à Digeon (par Aumale, Seine-Inférieure) : « Impossible de jauger le débit de la rivière découverte. Je sais que l'eau arrive du Sud-Ouest pour repartir par le Nord-Est, et qu'en réalité, mon puits n'est qu'un regard percé sur une conduite d'eau souterraine. » (Lettre du 12 janvier 1904.) Les ingénieurs qui ont perforé les falaises méridionales du Bray près de Laboissière n'ont guère rencontré la fameuse nappe ; à défaut de celle-ci, ils ont mis au jour un abondant ruisseau dont l'intervention inattendue a compliqué les travaux et ruiné le premier entrepreneur, et qui, à l'heure actuelle, compromet la solidité du tunnel à tel point que la Compagnie des chemins de fer du Nord étudie un projet de transformation pure et simple du souterrain en une énorme tranchée.

Nous ne saurions trop le répéter :

Jamais l'inventaire des ressources aquifères des massifs crayeux n'a révélé la moindre nappe. Même les « nappes de cavités » ou bassins formés dans les excavations préexistantes, naturelles ou artificielles, ne répondent pas à la notion courante professée par les nappistes. Les étangs des grottes Jacqueline, à Caumont, le vaste et sonore *lac de l'Écho* des carrières de la même localité, les bassins des carrières de Laversines (Oise), recouverts d'une croûte translucide et résistante de carbonate de calcium cristallisé (1), les vingt-quatre lacs des anciennes carrières de Saint-Martin-le-Nœud (2), ne veulent nullement dire que les cavernes ou chantiers souterrains énumérés recoupent un *niveau d'eau*. Ces bassins sont alimentés par l'infiltration, c'est-à-dire par une multitude de vaisseaux plus ou moins capillaires, permettant la pénétration souterraine des eaux météoriques. Quand il se rencontre plusieurs lacs dans un même groupe de cavités, leurs niveaux respectifs sont très différents et leurs fluctuations sont loin d'être parallèles.

---

(1) Cf. ALBERT et ALEXANDRE MARY, *Les étangs souterrains de Laversines*. (BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ D'ÉTUDES HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES DE L'OISE, n° 1, t, IV, 1908.)

(2) Cf. ALBERT et ALEXANDRE MARY, *Recherches géologiques, hydrologiques et biologiques sur les souterrains de Saint-Martin-le-Nœud*. (C. R. DU 44e CONGRÈS DES SOCIÉTÉS SAVANTES EN 1906, Sciences, Imp. Nationale, 1907.) — *Deux lieues dans les entrailles de la terre*. (GLOBE TROTTER, n° 226, 1906.) — *Notes pour servir à l'étude hydrogéologique et spéléologique du soulèvement du Bray et des accidents synchroniques*. (MÉMOIRES DE LA SOC. D'ÉTUDES HIST. ET SCIENTIF. DE L'OISE, n° 3, t. II, 1906.) — *Id.*, 2e *tirage*, J. Rousset, édit., 1907. — *Les souterrains de Saint-Martin et l'hydrologie de la craie*. (SPELUNCA, t. VII, n° 48, 1907). — *La vallée de Bray* (BULL. OFFICIEL DU TOURING-CLUB DE BELGIQUE, 15 juillet 1909.)

Voir aussi : E.-A. MARTEL, *La spéléologie au XXe siècle*, pp. 725 et 726.

C'est ainsi qu'à Saint-Martin-le-Nœud, il existe une distance verticale de plusieurs mètres entre l'altitude des bassins, et qu'en avril 1910, une série de mares souterraines se déversaient dans une dépression voisine de la galerie dite principale, par une claire cascatelle de quatre mètres de hauteur. Enfin, les « nappes de cavités » ne sont à proprement parler que des épanouissements de ruisselets cachés, car leurs eaux se *sous-infiltrent* par les lithoclases et surtout les diaclases de leur lit, pour former ou grossir des courants qui affleurent beaucoup plus bas : sur ce point encore, les carrières de Saint-Martin-le-Nœud sont le théâtre de phénomènes probants.

Le mode de fissuration des lambeaux de calcaire pisolithique (danien) qui se trouvent à Meudon, Bougival, Laversines, etc., est assez différent de celui de la craie. A Laversines, le banc, adossé au campanien, offre deux parties : l'une (inférieure), dure, peu fossilifère, faiblement poreuse et pauvre en eau de carrière; l'autre (supérieure), friable et très riche en débris d'êtres organisés : *Lima carolina*, *Cidaris tombecki*, etc. Les eaux pluviales n'ont à leur disposition, pour obéir aux lois de la pesanteur, aucune gerçure de la roche; quelques crevasses inclinées à 50° sur l'horizon sont corrodées avec une grande intensité. Pendant les pluies persistantes, de véritables ruisselets s'écoulent dans ces fractures.

L'étude hydrologique des calcaires grossiers est aussi instructive. Les carrières de Paris sont traversées par plusieurs ruisselets d'eau courante. La *Fontaine de la Samaritaine,* que l'on montre aux visiteurs de l'ossuaire, est une sorte de puits peu profond recevant les eaux d'un de ces ruisseaux souterrains pour éviter qu'elles ne se répandent sur le sol des galeries; le trop-plein s'échappe par une petite conduite dans un puits situé à proximité (1). Aux carrières Sebourgand, dans la forêt de Saint-Gobain (Aisne), la descente des eaux infiltrées s'effectue par des diaclases parallèles, espacées de 1 à 15 mètres, béantes de 5 à 20 centimètres. De presque toutes ces fentes, tombent, par gouttes se succédant avec rapidité, de petites veines liquides qui, le temps aidant, ont laissé aux voûtes des dépôts stalactitiques parfois assez jolis. La fontaine située près de l'entrée, nourrie par plusieurs de ces « pleureuses », débite 8 à 9 litres à l'heure (2). Nulle part n'est mieux

(1) Emile Gérards, *Paris souterrain.* Garnier frères, édit., 1909, p. 530.

(2) Albert et Alexandre Mary, *A travers la Forêt de Saint-Gobain.* (Volume Excursions 1909 du Touring-Club de Belgique.)

corroborée la loi que M. Martel a formulée ainsi : *Le réseau aquifère des calcaires circule, par filets très limités, entre des pleins de roche compacte en général très étendus* [1].

En résumé, les eaux pluviales ne pénètrent dans les calcaires, *quels qu'ils soient*, que par les brisures des strates; elles traversent les leptoclases en gouttes éparses, et les diaclases en filets plus ou moins considérables. La simultanéité habituelle de plusieurs directions de fissures ménage, dans les terrains diaclasés, la confluence presque immédiate de ces invisibles ruisselets. Dans les assises leptoclasées, la convergence se produit progressivement, à mesure que les eaux s'enfoncent au sein des bancs sous-jacents, moins leptoclasés que les couches supérieures, et dans lesquels des diaclases plus rares servent de conduites collectrices.

Théorie du fendillement. — Aux pages 121, 123 et 124 de son *Essai sur la Topographie géognostique du département de l'Oise*, Louis Graves signalait, il y a plus de soixante ans, « l'absence d'eau courante dans les ravins, et, dans ceux qui donnent naissance à des ruisseaux, l'éloignement des sources par rapport à l'origine des dépressions ». — « Cette circonstance », ajoutait-il, « tient à un fait qui ne paraît pas avoir été signalé, mais qui est constant, du moins dans le département de l'Oise : le niveau des eaux baisse constamment dans le terrain de craie supérieure, et par suite, certaines sources deviennent intermittentes, de continues qu'elles étaient, tandis que d'autres disparaissent entièrement... L'opinion locale attribue l'abaissement des nappes au *déboisement* du pays; cette cause a pu agir, soit par la cessation de l'influence physiologique de la végétation arborescente, soit parce que, la superficie étant découverte, l'action de la chaleur solaire a pénétré davantage dans le massif crayeux, déterminant ainsi dans une profondeur plus considérable le *fendillement* propre à la craie tendre, et les grandes fissures des strates, qui sont un obstacle insurmontable au maintien de niveaux d'eau permanents. »

Cette thèse avait été adoptée par M. F. Maillard, qui en faisait mention dans son *Étude géologique sur la vallée du Thérain et sur celle de l'Avelon*, quelques mois après l'apparition de l'*Essai*.

Mais il n'y a dans la craie, nous le savons, ni « nappes » ni « niveau d'eau » uniforme. Et quand Graves semble prendre les cassures grandes et petites des bancs sénoniens pour un effet des

---

[1] *Les problèmes de l'eau potable.* (Presse médicale, 6 avril 1907.)

changements de température, il se départit totalement de son habituelle rigueur [1].

Théorie de l'affouillement interne. — Toute « nappe » étant, par définition, *statique*, ne saurait s'enfouir que s'il intervient une cause étrangère, un « deus ex machina », apte à multiplier, conformément à la théorie du fendillement, les craquelures du substratum. Mais la chute de cette conception de l'hydrologie des roches compactes devait entraîner une notion non moins divergente, relativement au mode d'approfondissement des eaux souterraines. De là surgit la doctrine de l'affouillement interne, dont nous avons fait un exposé substantiel au Congrès des Sociétés savantes de 1908, et qui domine, entre autres récents travaux spéléologiques, l'énorme et magnifique ouvrage de MM. E. van den Broeck, E.-A. Martel et Ed. Rahir sur *les Cavernes et les rivières souterraines de la Belgique* (1909).

L'étude de l'érosion et de la corrosion externes montre avec quelle énergie les cours d'eau (surtout ceux dotés d'un régime torrentiel) agrandissent les lithoclases de leur lit. Cette action constante a pour premier résultat de rendre béantes les diaclases du sous-sol, de les élargir plus avant, et de créer des *fuites* qui finissent par *substituer en tout ou en partie un cours souterrain au cours subaérien*. Bien mieux, les courants, devenus souterrains, poursuivent le sciage commencé et s'enfoncent sans trêve, laissant à sec les aqueducs supérieurs au profit des canaux inférieurs. Tel est, dans ses grandes lignes, le phénomène de la descente des sources.

Théorie de l'absorption. — Disons, à titre de parenthèse, qu'un fait cosmique important étend et complète ces données, mais à un point de vue beaucoup plus général : celui du dessèchement *total* de la planète. Le ridement de la croûte terrestre fait naître de grandes cassures dans les masses immenses de roches plutoniques, de sorte qu'en se plaçant au seul point de vue physique, la *capacité d'absorption* de l'écorce du globe augmente en raison directe de l'accroissement et du plissement de celle-ci.

Cette capacité est limitée, moins par l'épaisseur à proprement parler, que par l'état géothermique des assises profondes du sol. Dans le voisinage de 3 000 mètres sous nos pieds, les eaux infiltrées, portées à une température de 100° C., se vaporisent, et « la tension de la vapeur

---

[1] Albert et Alexandre Mary, *L'enfouissement des eaux et l'hydrographie du littoral de la Seine-Inférieure*. (Bulletin de Géographie historique et descriptive. Imp. Nationale, 1909, p. 134.)

formée refoule l'eau dans les couches supérieures, ou la fait jaillir sous forme de sources thermales. C'est probablement, pour la chaleur centrale de notre planète, la cause la plus active de déperdition. A mesure que le refroidissement progresse, la couche dans laquelle l'eau existe à l'état liquide s'épaissit [1], » et les masses aqueuses désertent de plus en plus la surface terrestre.

Avens et bétoires. — Les points d'absorption des eaux superficielles, temporaires ou pérennes, sont de deux sortes : les uns, pénétrables, ou *avens*; les autres, impénétrables, connus en Normandie et aux environs du Bray sous le nom de *bétoires*.

M. Martel écrivait en 1902 [2] : « Beaucoup d'éminents géologues, reproduisant pour les puits naturels la controverse soulevée par les cavernes au sujet de la prépondérance de la corrosion sur l'érosion, n'ont voulu voir dans ces tuyaux que des « orgues géologiques », comme celles de la montagne crétacée de Saint-Pierre à Maestricht (Hollande) : ils en ont fait avant tout des entonnoirs de décalcification (*Abîmes*, p. 518); cette exclusion de la force érosive peut être exacte, par exemple, dans les falaises des berges du Clain, près Poitiers (voir Daubrée : *Eaux souterraines*, I, p. 294), *dans celles du Pays de Caux*, qui nous montrent des sections de poches, hautes de plusieurs mètres et même de plusieurs décamètres, remplies d'argile rouge. »

Il faut néanmoins, à notre avis, admettre que la période d'altération a été précédée d'une époque où l'action érosive était assez puissante pour produire l'œuvre de dénudation et de ravinement dont la région entière porte des traces si surprenantes. Le pays de Bray fut dôme avant d'être vallée, et les eaux courantes creusèrent, dans ce pli très fissuré, des avens, des grottes, des gorges profondes de trois cents mètres. Il n'est rien resté de toutes ces merveilles quand les eaux courantes ont eu fini d'emporter grain à grain les quatre cents billions de mètres cubes de rochers qui formaient l'arête anticlinale. Comment nier que ces mêmes eaux courantes aient eu la force nécessaire pour « vriller » quelques puits dans les plateaux environnants?

Le travail chimique peut expliquer l'origine des dépressions plus ou moins régulières, sans disposition révélatrice, et comblées par des résidus de corrosion. Cela n'empêche pas les cavités cylindroïdes verticales, remplies de sable grossier, qui constellent les coteaux de Méru

---

[1] Loewy et Puiseux, *La photographie de la surface lunaire.* (Annuaire du Bureau des Longitudes, 1898.)

[2] *La Spéléologie*, p. 43.

(Oise), à une altitude supérieure à celle du cours actuel de la petite rivière d'Esches [1], d'être des *marmites de géants* bouchées par les apports d'un cours d'eau en voie de décroissance. De même, M. Ant. Passy faisait remarquer, dans sa *Description géologique de la Seine-Inférieure,* que les bancs de la craie de Saint-Etienne-du-Rouvray sont traversés « par des puits cylindriques depuis le terrain de transport qui est au-dessus, jusque dans la masse moyenne, » et qu'il se trouve « entre les bancs des vides dans lesquels se forment des stalactites de chaux carbonatée ». La tranchée de Survilliers, où passe la ligne de Chantilly (Paris à Creil), présente aussi des *puits naturels* dans le calcaire grossier supérieur ; trois sont typiques dans le talus Est, près du kil. 29. Ces puits sont pleins d'une argile rougeâtre dans laquelle on rencontre des fragments de calcaire ou de grès non roulés, témoins des assises supérieures disparues par dénudation [2]. Dans une carrière de craie sénonienne voisine de la Mie-au-Roy, aux environs de Beauvais, on peut voir un puits naturel cylindrique comblé par l'argile rouge.

Que la région cauchoise possède, au même titre, de nombreux *avens* excavés *mécaniquement,* à une époque antérieure, par les eaux courantes subaériennes, et oblitérés imparfaitement par des matières de remplissage, c'est ce dont ne saurait douter quiconque a scruté les falaises de Petit-Valaine, au Sud d'Etretat. M. Martel, revenant avec raison sur la thèse qu'il avait soutenue, a déclaré qu'à côté de la porte d'Aval, « il y a un témoin d'abîme incomplètement détruit, mais dont l'anneau supérieur subsistant ne tardera sans doute pas à s'effondrer [3] ». Entre la porte d'Aval et la Manneporte, nous avons relevé dans la muraille, haute de 90 mètres, la présence de plusieurs sections de grandes marmites de géants (avens). L'une, immédiatement au Nord de l'escalier de descente, est cylindrique *grosso modo*, avec un diamètre de 2 mètres à $2^{m}50$. Une deuxième, peu éloignée, conique vers le haut, a 5 mètres à l'orifice et $1^{m}50$ au fond. Une troisième, encore mieux dessinée, large de $1^{m}50$ et haute de 50 mètres, est surmontée d'un entonnoir de 10 mètres d'ouverture sur 8 de profondeur, primitivement comblé par la « *terra rossa* » de décalcification, mais déblayé

---

(1) Louis Graves, *Essai sur la Topographie géognostique*, p. 154.

(2) Paul Combes fils, *Les nouveaux travaux du chemin de fer du Nord aux environs de Paris*. (Cosmos, n° du 30 mai 1908, p. 592.)

(3) *Les abîmes sans fond.* (La Nature, n° du 14 mars 1908.)

par les agents atmosphériques après la mise au jour du puits ; la diaclase directrice et la *spirale de creusement* sautent aux yeux.

Il est impossible de confondre ces conduits avec les rainures diverses du front de la falaise : ils sont franchement dépareillés au milieu de cette architecture changeante que sculptent et anéantissent tour à tour les vents, les pluies, le soleil et les gelées. En vain nous objecterait-on qu'on est sans exemples d'avens n'aboutissant pas à une circulation cachée, ancienne ou contemporaine, dont on devrait, en tout cas, saisir l'emplacement d'une manière évidente. Nous répondrions que la théorie du jalonnement est reconnue fausse depuis longtemps (1) et que la relation des abîmes avec l'hydrographie souterraine ne suppose pas nécessairement l'existence de cavités sous-jacentes. A Etretat, notamment, les avens ont été percés avant que les gorges aient été érodées au degré que nous constatons aujourd'hui. C'étaient alors de simples accidents de lit ou de rives, et presque tous n'étaient vraisemblablement pas des *pertes*, encore que rien ne puisse controuver cette opinion qu'ils se soient tous comportés (en raison des fissures auxquelles ils devaient leur formation) comme nos *puits absorbants* artificiels. Le creusement des grands thalwegs et la décadence des cours d'eau les fixèrent dans leur morphologie *inachevée*, avant que, par un approfondissement suffisant, ils aient pu recouper de fortes diaclases et contribuer efficacement à soutirer les rivières superficielles. Maintenant, ils doivent en quelque sorte servir de *tuyaux de descente* aux infiltrations qui se produisent autour d'eux et qu'ils conduisent, avec une vitesse considérable, 30 à 50 mètres au-dessous de la surface ; là, ces eaux se dispersent de nouveau dans les mille fêlures de la craie, pour rejoindre, après un parcours plus ou moins capricieux, les affluents des rivières enfouies (2).

Dans la valleuse du Tilleul, au Nord du Cap d'Antifer, les pluies se rassemblent sur les pentes en filets temporaires, jusqu'aux solutions de continuité de la roche à peu près nue, où elles s'engagent en tourbillonnant : nous avons visité, sur le flanc septentrional de la gorge, un abreuvoir souterrain au fond duquel les eaux extérieures arrivent par un canal cylindrique naturel, véritable petit aven irrégulier dont

---

(1) Cf. E.-A. Martel, *C. R. Académie des Sciences*, séance du 14 octobre 1889.

(2) Albert et Alexandre Mary, *L'enfouissement des eaux et l'hydrographie du littoral de la Seine-Inférieure*. (Bulletin de Géographie historique et descriptive, 1908, pp. 147 et suiv.)

l'obliquité à 60° accuse la tendance du ruisseau introduit à conserver l'angle de chute imprimé par la déclivité superficielle (1).

Près des Andelys (Eure), au centre d'un vallon, on aperçoit un puits de 2m50 de diamètre, qui descend verticalement de 5 à 6 mètres de profondeur, puis s'infléchit. Cet abîme n'a pas encore été totalement exploré (2).

Si les avens ne manquent pas dans le Nord-Ouest de la cuvette séquanienne, plus nombreuses encore sont les pertes que leur rôle désigne, plutôt que leur aspect, à l'attention du géologue. A la suite de Henri Bresson (3) et du Dr Ferray (4), nous avons mentionné dans nos *Notes sur le Bray* et dans notre travail sur l'*Enfouissement des eaux*, les bétoires que présentent, dans leur cours supérieur, l'Avre, la Sommaire, la Rille, etc., et dans son cours moyen, le principal affluent de l'Eure, l'Iton. Viennent ensuite les *fosses du Soucy*, près de Port-en-Bessin (Calvados). Les meilleures descriptions en ont été données par de Caumont (5), par E. Deslongchamps (6) et par M. A. Bigot, professeur à l'Université de Caen (7). L'Aure et la Drôme, immédiatement après leur confluent dans les herbages du château de Maisons, disparaissent dans des orifices multiples répartis autour de quatre fosses, et qui s'ouvrent dans le lit même de la rivière, au pied du coteau qui suit la route d'Etreham à Commes. En débit normal, les eaux ne dépassent pas la route de Maisons à Etreham ; elles sont absorbées surtout dans les deux fosses *Tourneresse* et *Grippesulaix*. En crue, elles submergent la chaussée et s'écoulent par la vallée de l'Aure inférieure pour se jeter dans la baie des Veys. « Cette absorption de l'Aure supérieure », dit M. Bigot, « est le résultat d'une capture souterraine de ses eaux quand la vallée s'est trouvée suffisamment approfondie pour dépasser la base des argiles imperméables du Vésulien (argiles de Port-en-Bes-

---

(1) Albert et Alexandre Mary, *L'enfouissement des eaux*, etc., p. 144.

(2) L. Coutil, *Cavernes, aven et abris de la vallée de la Seine près Les Andelys*. (C. R. du Ve Congrès préhistorique de France, 1910, p. 190.)

(3) *Note sur les ressources hydrauliques de la région normande*. (Annales de l'Hydraulique et des améliorations agricoles, fasc. XXXI.)

(4) *Hydrographie du département de l'Eure*.

(5) *Topographie géognostique du Calvados*. (Mém. de la Soc. Linnéenne de Normandie, t. IV, 1828, p. 226.)

(6) *Études sur les étages jurassiques inférieurs de la Normandie*. (Mém. Soc. Linn. de Norm., t. XIV, 1865, p. 237.)

(7) *Les pertes du Soucy et les résurgences de Port-en-Bessin*. (Annuaire des cinq départements de la Normandie pour 1907. H. Delesques, édit., Caen, p. 340.)

sin) et atteindre les calcaires fissurés du sommet du Bajocien supérieur (oolithe blanche). On sait, d'autre part, qu'à Port-en-Bessin, toujours au sommet de l'oolithe blanche, il existe des sources importantes : l'une au fond du bassin de Port, les autres dans les rochers au pied de la falaise Est (sous la Tour Vauban) et au pied du talus, à l'Ouest de la Poissonnerie... J'ai pu colorer par la fluorescéine les eaux absorbées à Maisons et reconnaître la présence de la matière colorante dans les sources de Port... La désobstruction des Fosses du Soucy permettrait d'éviter, pendant une crue normale, l'inondation des herbages en amont de la route de Maisons à Etreham [1]. »

SITUATION DE LA BÉTOIRE DU DÉTROIT AU FOND D'UNE VALLÉE SÈCHE.

Les autres bétoires de la contrée ne fonctionnent que par intermittence. A Bernay (Eure) existe un boit-tout qui avale les eaux sauvages. Nous tenons de notre arrière-grand'mère paternelle — le fait date par conséquent de près d'un siècle — que cette perte ayant un jour été aveuglée par des branchages et du limon, l'eau monta dans la ville, entrant dans l'église et dans plusieurs maisons. Près Montlignon (Seine-et-Oise), en pleine forêt de Montmorency, se trouve une bétoire dite le *Trou du Boucard* [2]. Aux alentours de Haramont (Aisne), les grès de Beauchamp (Bartonien) et le calcaire grossier (Lutétien) sont perforés de « fosses » qui sont d'anciens points d'absorption. Plusieurs cantons de la forêt de Villers-Cotterets portent d'ailleurs des noms bien significatifs : la *Fosse-aux-Demoiselles*, la *Fosse-aux-Eaux*, la *Fosse-*

---

[1] *Loc. cit.*, pp. 341 à 343.
[2] G. RAMOND, *Lettre aux auteurs* (12 septembre 1908).

Engouletout, etc. Sur la falaise septentrionale du Bray, entre Glatigny et Lhéraule (Oise), deux abîmes sont dissimulés par le bois de Crêne (1). Près le hameau du Détroit, à une vingtaine de mètres à gauche du chemin de grande communication n° 1 (de Beauvais à Gournay), dans une profonde vallée sans eau et à l'intersection du gault et de la craie marneuse, est un troisième entonnoir, boisé, ovale, dont le grand axe Sud-Ouest—Nord-Est a 16 mètres, et le petit axe, 7 mètres. Sa profondeur est de 6 à 7 mètres. On distingue au fond quatre ou cinq principaux « suçoirs ». Les gens du pays nous ont dit avoir vu des nappes d'eaux sauvages couvrant la route de plus de 1 mètre, s'engouffrer totalement dans cette bétoire en moins de douze heures. Ces eaux reviennent au jour 80 mètres plus bas, dans la vallée du Thérain, près de Bonnières probablement.

Souvent l'industrie vient en aide à la nature dans la création des fuites superficielles. La Liovette (Rû de Calais), au Nord de Beauvais, s'est tarie à Villers-St-Lucien à la suite d'un curage maladroit qui a mis à nu les fissures du sous-sol. Aux environs d'Ons-en-Bray, en enlevant l'argile réfractaire à poteries et le sable à Trigonies sous-jacent, on découvre fréquemment dans le calcaire d'Hodenc-en-Bray de grandes diaclases où l'on peut passer la main ; on prévient, par un remplissage de mousse, le colmatage accidentel de ces fentes qui boivent les eaux de ruissellement. Sur le plateau picard, les excavations creusées pour l'extraction de la « marne » se transforment quelquefois en bétoires cachées, et le même rôle est dévolu aux puits mal recomblés des anciennes carrières souterraines. En dehors de la région, ce facteur artificiel d'enfouissement des eaux prend, dans certains cas, une importance plus grande encore : les rivières temporaires qui coulent, durant l'hiver, sur le territoire d'Arrou (Eure-et-Loir), se perdent presque toutes dans ces conditions. Rien n'empêche de croire que ce qui constitue la règle aux abords du Perche, soit au moins l'exception sur les plateaux du bassin de la Somme.

Dans une *lettre* du 10 janvier 1909, M. L. Delambre, conservateur du Musée de Picardie, appelait notre attention sur la disparition d'un ruisseau, fossile et réduit à une longueur de 2 kilomètres, mais qui avait autrefois un cours de trois lieues. « Ce courant », nous écrivait le savant amiénois, « naît un peu au-dessus de Guerbigny pour se jeter dans l'Avre à Warsy, et porte le nom de *Flot Christophe*, du nom de la

(1) Philéas Lebesgue, *Lettre aux auteurs* (18 avril 1909).

source ou fontaine dite de Saint-Christophe, où il apparaît entre Bus et Fescamps. Des roseaux ont persisté sur une partie de son cours, et, de mémoire d'homme, il n'a été revu qu'une fois. Mais sur une Carte de la Picardie par Mérian (XVIe siècle), le ruisseau se trouve encore figuré. Je me suis expliqué la cause de la perte de ce cours d'eau après une excursion faite à sa source. Je n'ignorais pas que les tuiles et faîtières vernies, comme aussi les écuelles de Fescamps, étaient anciennement renommées dans la contrée, et, en allant reconnaître le lieu de gisement des argiles plastiques qui avaient servi à cet usage, je vis que ces argiles avaient, assez près de la source, été enlevées jusqu'aux sables du soubassement, dans lequel se perdent les eaux vives (1). Ici donc, nous avons *une mamelle tarie par des exploitations industrielles*. Et il en est ainsi de toutes les autres qui se sont conservées sous forme d'îlots plus ou moins considérables à la limite des bassins de la Somme et de la Seine, depuis les collines du Noyonnais jusqu'au delà de Breteuil. Ces causes doivent encore s'étendre et s'appliquer aux autres îlots tertiaires restés en place sur les synclinaux droit et gauche de la vallée de la Somme. »

Mais que le dessèchement extérieur soit imputable à des causes spontanées ou à des causes provoquées, on peut invariablement conclure que moins il y a d'eau visible en surface, plus il y en a dans la profondeur, et que les courants disparus ne sont pas anéantis, mais *enfouis*. C'est ainsi qu'en Belgique, le bassin du Geer, si pauvre en affluents, et où le régime des vallées sèches est si développé, abonde en ruisseaux circulant dans la craie du Limbourg; ces remarquables localisations d'eaux cachées montrent « que le réseau hydrographique est devenu souterrain (2) ».

Grottes de Caumont. — Les carrières de Caumont (3) ont recoupé plusieurs grottes déjà décrites (4), qui sont « autant de tronçons d'une ancienne circulation d'eaux, des canaux ou des chambres reliés par des

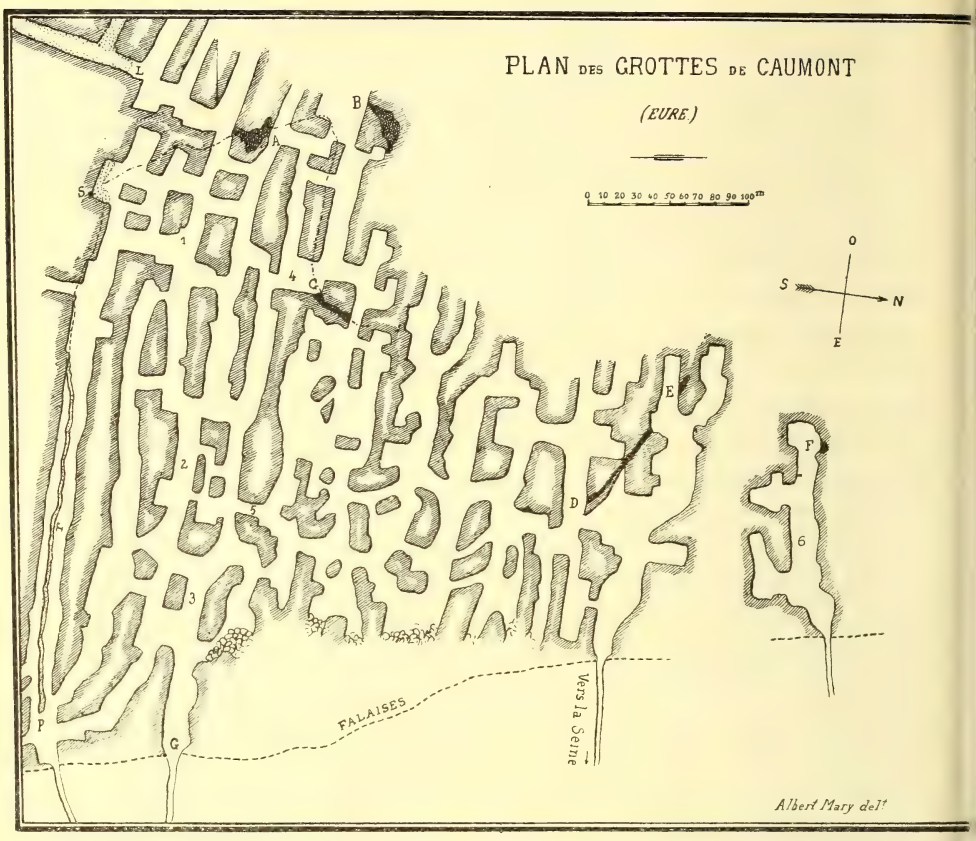
---

(1) « Aux *Archives départementales de la Somme*, j'ai vu d'anciens baux de l'abbaye de Corbie, propriétaire des terres de Bus et Fescamps. Les mares de Fescamps étaient louées pour la pêche. » *(Note de M. L. Delambre.)*

(2) E van den Broeck, *Notions acquises sur l'hydrologie de la craie en Belgique.* (Bull. de la Soc. belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, t. XIX, 1906, Pr.-verb., p. 103.)

(3) V. ante.

(4) V. Albert et Alexandre Mary, *Notes pour servir à l'étude hydrogéologique et spéléologique du soulèvement du Bray et des accidents synchroniques*, et *La Bouille et les grottes de Caumont.* (Bull. officiel du Touring-Club de Belgique, 28 février 1908.)



A. Grotte du Crocodile. — *B*. Grotte à l'Échelle. — *C*. Grotte du Bénitier. — *D* Grotte Gaston. — *E*. Grotte du Mort. — *F*. Entrée de la Grotte Jacqueline. — *G*. Entrée principale des carrières.

1. Chemin de Cayenne. — *2*. Chemin Louis Dudan — *3*. Voie principale. — *4*. Chemin du Tuyau. — *5*. Chemin du Trou aux Anglais. — *6*. Anciens chantiers de la Fontaine Bazin.

L. Lac de l'Écho. — *S*. Source de la Cabine. — *r*. Ruisseau des Carrières. — *P*. Perte du ruisseau.

-.-.-.-.-.- tracé de l'ancien canal de la Cabine.

(Plan dressé par MM. Vallée, Albert et Alexandre Mary et Paul Aubertin.)

Caumont (Eure). Entrée des carrières donnant accès a la Cave a Jacqueline.
(Dessin de J. Dériaud.)

Etretat (Seine-Inférieure). La Fontaine-aux-Mousses.
(Dessin de J. Dériaud.)

fissures que tendent à dissimuler de plus en plus les éboulements et les dépôts calcaires... Un cas très intéressant peut y être étudié : c'est la capture totale (et probablement assez ancienne) des eaux de la ravine de Thuit-Hébert à Moulineaux par le *Ruisseau des Carrières*, grâce à des lithoclases Sud-Sud-Ouest—Nord-Nord-Est (1). » L'intérêt de ce courant souterrain avait été peu compris en 1832 par Passy (2); M. Martel l'a fait succinctement ressortir dans le *Bulletin du Service de la Carte géologique de France* (3). L'éminent spéléologue a remarqué que la *Grotte de la Ronce* se compose, dans sa partie principale, de deux galeries superposées dans la même lithoclase, et réunies çà et là en une seule par la rupture du plancher qui les sépare, exactement comme à la grotte de Sare (Basses-Pyrénées), à celle de Tilff (Belgique) et dans certaines galeries de Bramabiau (Gard); cette structure annonce deux stades successifs de l'approfondissement des eaux.

Une perte existe à 3km200 au Sud-Ouest de Caumont et absorbe de l'eau après les pluies : M. Martel estime que cet accident, signalé par M. Power, concourt à l'alimentation du Ruisseau des Carrières. Ce fait corrobore les vues qui nous avaient été inspirées par le seul examen topographique et tectonique de l'endroit, et que, sans avoir eu connaissance de la publication de notre savant collègue, nous avions exposées dans nos *Notes*.

Rivières souterraines du pays de Caux (4). — Le plateau de Caux est un causse en réduction. Les eaux pluviales, bues avidement par les lithoclases qu'elles suivent plus ou moins longuement, tantôt vont grossir des courants souterrains, et tantôt reviennent directement au jour vers la base des falaises de la Manche.

Les *pleureuses* sont des joints par lesquels l'eau tombe goutte à goutte. Quant aux *pisseuses*, ce sont des filets d'eau jaillissant en cascatelles de 5 à 25 mètres; elles sont communes le long du rivage de Criquebeuf-en-Caux, entre Yport et Fécamp : telle la *Fontaine de Grainval*, citée antérieurement par MM. Daubrée et E.-A. Martel, et qui fournit deux litres à la seconde. Près d'Etretat, la gracieuse *Fontaine-aux-Mousses*, provenant du thalweg de Bénouville, s'échappe de la falaise d'Amont,

---

(1) Albert et Alexandre Mary, *Notes, etc.*, 2e tirage, pp. 27 et 28.

(2) *Géologie de la Seine-Inférieure*, pp. 170, 277 et 298.

(3) N° 88, t. XIII, 1902. *La caverne de Trépail (Marne) et les rivières souterraines de la craie*, p. 8.

(4) D'après notre travail sur *L'enfouissement des eaux et l'hydrographie du littoral de la Seine-Inférieure.*

à 7 mètres de hauteur, et retombe en gerbes claires sur un tapis d'algues toujours vertes; elle donne, par seconde, environ 1 $^1/_6$ litre. En ces endroits, les fissures des couches crayeuses se comportent comme de vraies gouttières. On comprend dès lors que celles de ces fissures qui n'affleurent pas, déversent leurs eaux dans un système de lithoclases inférieures, et — comme les petits ruisseaux font les grandes rivières — contribuent, par la confluence des lignes de ce réseau, à la formation de courants intérieurs ne se montrant qu'à un niveau bien plus bas que celui des pleureuses et des pisseuses.

Effectivement, l'hydrographie souterraine revêt, au Sud d'Etretat, des proportions notables. Les eaux reçues dans le bassin d'alimentation de la grande vallée sèche qui commence près de Goderville, sont vomies, sur la plage d'Etretat, par sept ou huit émissaires échelonnés sur un demi-hectomètre; le 26 septembre 1907, cette rivière roulait 70 litres par seconde. Aussitôt que la mer se met à descendre, les ménagères pratiquent dans le galet des sortes de cuvettes où elles peuvent laver leur linge : c'est la seule eau vive accessible dans un rayon de plusieurs lieues!

A chaque vallée ou groupe de vallées se rapporte semblablement une résurgence débouchant plus ou moins bas sous les flots.

Au pied des falaises de la Poterie, au Sud et non loin du phare du cap d'Antifer, s'ouvre la *Grotte-aux-Pigeons*, qui mesure une cinquantaine de mètres de profondeur sur 15 de largeur et 3 de hauteur ; on y parvient seulement à la basse mer, — et de préférence aux grandes marées, — car, pendant le flux, elle est envahie par les vagues. Du plafond tombe, par un trou circulaire, une source (?) considérable, née dans le sous-sol de la valleuse du Tilleul, et conduite vers le Sud-Ouest par des lithoclases perpendiculaires à l'axe longitudinal du Bray.

Plus parlante encore est la belle résurgence que nous avons étudiée à 150 mètres au Nord de Bruneval, émergence des eaux du ravin situé à l'Ouest-Sud-Ouest du bourg de la Poterie. Effectuée grâce à des lithoclases Nord-Ouest — Sud-Est, cette capture emprunte ensuite d'énormes diaclases perpendiculaires à cette direction. Sur trente mètres de longueur, le pied de la falaise est percé de soupiraux où une portion du courant a jadis passé, et qui — abstraction faite des galeries uniques où les rivières souterraines coulent d'une seule masse (Bramabiau, Padirac, Trépail) — témoignent de l'universalité, dans les calcaires et dans la craie, de ces ramifications et anastomoses constatées par MM. Lévy, Diénert et Le Couppey de la Forest dans les

régions de l'Avre et de la Vanne [1], par MM. Schardt [2] et Fournier [3] dans le Jura, et dont Miremont, Cro-de-Grandville, Rouffignac (Dordogne), Salles-la-Source (Aveyron), le Holl-Löch (Suisse), Inglebourough-Cave (Angleterre) sont de magnifiques exemples. Des cinq principaux orifices sortent de limpides cascades qui rebondissent sur les rochers pour se perdre aussitôt dans le galet, et dont le débit total approximatif était de 7 litres par seconde le 25 septembre 1907.

Influence contemporaine de la dynamique interne. — Deux oscillations en sens inverse se poursuivent actuellement dans le littoral du second quadrant du bassin parisien : l'une, de bas en haut, affecte le Nord de la zone jusqu'auprès de la baie de Somme ; l'autre, de haut en bas, affecte le reste du rivage.

Le relèvement de la côte picarde est rendu indéniable par ce fait que « la mer remontait autrefois jusqu'à Abbeville ; plus tard, les vaisseaux abordèrent à Grand-Port ; à l'heure présente, ils ne dépassent plus Saint-Valéry. Le *Marquenterre*, avec ses cordons littoraux en retraite les uns sur les autres, est un ancien estuaire comblé, et M. de Mercey évalue à une vingtaine de mètres la composante verticale de l'émersion qui s'est produite depuis l'époque romaine [4]. »

Si la Picardie occidentale se soulève, par contre la Picardie centrale et orientale s'abaisse. *Ainsi s'accuse progressivement une pente générale du bassin de la Somme de l'Ouest à l'Est, contrairement à l'écoulement des eaux du petit fleuve côtier et de plusieurs de ses affluents.* Les îlots tertiaires respectés par les agents de dénudation sont des points de repère d'une valeur indiscutable, puisque, déposés à une altitude constante, ils ont ultérieurement suivi les oscillations d'ensemble de leur substratum. A droite de la Somme, ces lambeaux de l'Éocène forment deux rameaux, séparés par la petite rivière de Nièvre. Le premier rameau comprend :

a) Un îlot au Sud et au Sud-Ouest de Beauquesne, à l'altitude de 144 mètres ;

b) Tout l'emplacement du village d'Hérissart, à 133 mètres, et le bois de Rubempré, à 127 mètres, vers l'Hallue, etc.

---

(1) Préfecture de la Seine. *Travaux des années 1899 et 1900 sur les eaux de l'Avre et de la Vanne.* Paris, 1901.

(2) *Notice sur l'origine des sources du Mont de Chamblon.* (Bull. de la Soc. neuchateloise des Sc. nat., t. XVI, 1898.)

(3) *C. R. des séances de l'Acad. des Sc.* (2 décembre 1901).

(4) Albert de Lapparent, *Traité de Géologie.*

Le deuxième rameau comprend :

a) Vignacourt ; dans la forêt, sables et grès de Sinceny, et au Moulin, près du chemin de Flesselles, à 134 mètres ;

b) A la ferme d'Olincourt, à 138 mètres ;

c) Au Nord de Raineville et vers Molliens, jusqu'à Saint-Gratien.

Sur le versant gauche de l'Hallue, citons :

d) Baizieux, au Nord-Est, 118 mètres ;

e) Bavelincourt, à l'arête du coteau ;

f) A la Houssoye, vers le Nord-Ouest, et à l'Est, vers Bonnay, 115 et 112 mètres.

Entre la rivière d'Ancre et la Somme, mentionnons les îlots suivants :

g) Au bois de Sailly-le-Sec, 108 mètres ;

h) Lihons, 109 mètres ;

i) Ercheu, 90 mètres ;

j) Esmery-Hallon, 89 mètres (1).

C'est donc une différence de cinquante mètres qu'il nous faut enregistrer entre les niveaux des mêmes bancs à l'Ouest et à l'Est de la Picardie.

Tandis que ceci se passe au Nord de la région, nous voyons, au Sud-Ouest, que les rochers du Calvados ont fait partie de la terre ferme ; des aqueducs conduisaient les eaux d'Arromanches et de Port-en-Bessin à des villes aujourd'hui détruites et dont l'emplacement est submergé (2). L'affaissement n'est pas moins sensible dans la Seine-Inférieure. Nous l'avons évalué, d'après la baisse des thalwegs, à près de soixante mètres depuis la fin du soulèvement post-glaciaire (3). Un axe neutre suivrait la vallée de la Bresle.

L'estuaire de la Seine a particulièrement subi les atteintes de cette descente graduelle (4). Il existait, avant le XVIe siècle, entre Caudebec et Saint-Wandrille, une île boisée connue sous le nom de Belcinac, et

---

(1) L. Delambre, *Excursion à Lihons-en-Santerre.* (Bull. de la Soc. Linnéenne du Nord de la France, n° 365, mai-juin 1905, pp. 281 et 282.)

(2) Albert de Lapparent, *Traité de Géologie.*

(3) Albert et Alexandre Mary, *L'enfouissement des eaux et l'hydrographie du littoral de la Seine-Inférieure,* p 156.

(4) Une carte de l'embouchure de la Seine en 1375, d'après les Portulans de Charles V, est conservée à la Bibliothèque nationale de Paris.

sur laquelle on avait fondé, en 675, un monastère dont il est question dans plusieurs chartes de 1304, 1319 et 1349. On la voyait encore en 1536 ; mais elle tendait déjà, durant une longue suite d'années, à se dérober et à s'engloutir sous les flots de la Seine. Excepté une faible lisière que l'ancien canal méridional, après avoir été lui-même complètement rempli par la vase et le galet, tenait encore il y a un demi-siècle réunie à la rive gauche, entre Vatteville et Saint-Nicolas-de-Bliquetuit, tout le terrain, église, monastère, bois, s'abîma peu à peu dans les gouffres du fleuve. Au milieu du XVIIe siècle, on pouvait apercevoir, à peu de profondeur sous l'onde, l'île « hideuse et nue comme la mort » (H. Langlois). Les débris de Belcinac retiennent parfois encore les sables et graviers pour former, vis-à-vis Villequier, un banc aussi fort que dangereux (1).

Ces divers changements de niveau sont en relation étroite avec l'affaissement partiel du sol de la France (2) et surtout avec la lente formation, découverte et prouvée par M. Ernest van den Broeck, d'une large et sinueuse vallée d'effondrement passant de Narbonne à Valence, puis à Lyon, Dijon, Troyes, Châlons-sur-Marne, *Amiens* et Lille. « Les massifs des chaînes de roches cristallines forment comme des *horst* ou butoirs contrariant le phénomène d'affaissement des dépôts secondaires et tertiaires, lequel paraît causé, non seulement par un simple tassement de ces dépôts, mais par le séculaire *rapprochement des massifs cristallins* entre lesquels ils sont enclavés (3). » Il est évident que les pressions latérales exercées de la sorte par les massifs primordiaux dont la diminution progressive du rayon terrestre réduit fatalement l'écartement, expliquent à merveille dans le passé et dans le présent les mouvements locaux du sol, notamment au Nord-Ouest du bassin parisien. Les relèvements de l'Artois et du Bray et les accidents synchroniques deviennent des suites naturelles du resserrement de l'étau formé par l'Ardenne, d'une part, et la Bretagne, d'autre part. D'où alternance, parallèlement aux butoirs, de synclinaux et d'anticlinaux, de zones soulevées et de zones affaissées, le tout dominé et brouillé vers l'Est

---

(1) D'après le *Musée Universel* (22 novembre 1873).

(2) V. Colonel Goulier, *Lois provisoires de l'affaissement d'une portion du sol de la France.* (Notice publiée par la Commission centrale de nivellement.)

(3) E. van den Broeck, *Affaissement du sol de la France.* (Bull. de la Soc. belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, t. V, 1891, Pr.-verb., séance du 25 janvier, p 17.)

par le dessin général de la vallée d'effondrement dont il a été question plus haut.

Quoi qu'il en soit, de semblables mouvements du sol favorisent la fuite rapide des eaux. « Il résulte du jeu, dans un sens ou dans l'autre, des compartiments grands et petits de l'écorce terrestre, un accroissement de la fissuration des assises, venant en aide au travail mécanique et chimique des eaux en voie d'approfondissement (1). »

Gouffre du Chateau-Fée. — Au carrefour homonyme de la forêt de Villers-Cotterets, s'ouvre une dépression que M. V. Dujardin estimait insondable. « Elle a », disait notre auteur, « la forme d'un entonnoir ; ses eaux, par un effet de la nature du terrain, s'élèvent dans les sécheresses et baissent pendant les grandes pluies (!)... Ces eaux bourbeuses entraînent ceux qui y tombent ; ils ne peuvent se dégager, et toutes leurs tentatives restent vaines. Un taureau échappé qui s'y était jeté se débattit longtemps ; on essaya de le hisser avec des cordes, tout fut inutile : le taureau s'enfonça lentement et finit par disparaître (2). » Cet impressionnant petit tableau appelle quelques rectifications. Le gouffre a 10 mètres de diamètre et 6 de profondeur. Au printemps, quelques faibles sources entretiennent au fond une eau peu profonde ; elles cessent de couler avec les fortes chaleurs, mais le creux reste toujours boueux et inaccessible : voilà ce dont nous avons pu nous assurer.

L'abîme du Château-Fée est une curiosité hydrologique diamétralement opposée à celles précédemment décrites sous le nom de points d'absorption. C'est, — ou mieux, ce fut, — un *gouffre émissif,* formant avec les fosses environnantes un tout hydrographique du genre de celui de la forêt d'Orléans, où il existe, comme on sait, des trous qui recrachent l'eau avalée par d'autres trous identiques. Cette propriété rare, bien plus énergique à des âges reculés, a fait naître une légende que nous nous ferions un reproche de ne pas rappeler ici. Car dans toute légende se cache un lambeau d'histoire. Comme l'a démontré Elisée Reclus, la légende du déluge a pris naissance simultanément dans la plupart des contrées exposées aux débordements des cours d'eau.

... Le gouffre était alors la vasque d'une mystérieuse fontaine, où le peuple venait déposer des couronnes et des gerbes de fleurs. Chaque

---

(1) Albert et Alexandre Mary, *L'enfouissement des eaux, etc.*, p. 157.
(2) *Histoire du Valois*, 1838, p. 470.

soir, un énorme rocher, qu'une vierge seule pouvait soulever, devait fermer la source. Cette mission avait été confiée à la tendre et gracieuse Norah. Un jour que celle-ci suivait la sente fleurie de la fontaine, elle vit un guerrier se désaltérant à ses ondes limpides ; beau, caressant, persuasif, l'étranger lui conta ses malheurs, protesta de son amour..... Bref, lorsque disparurent les dernières brumes, la source coula tout à coup avec une violence inaccoutumée ; la jeune fille se précipita vers le rocher qu'elle avait oublié de replacer et voulut l'ébranler : essais infructueux ! Norah n'était plus vierge, et la pierre resta immobile. Un instant, la pauvre enfant se débattit au milieu des ondes en courroux qui couvraient déjà les plaines voisines ; puis, elle disparut, victime de la colère du terrible Esus, roi de la terre et des eaux. Enfin, l'inondation cessa. Le limon fertilisa les vallées ; les arbres formèrent rapidement de prodigieuses futaies que réfléchirent les étangs, derniers vestiges du désastre. Et la brune Norah demeura l'ondine aux regards verts, dont le long vêtement de brouillards reste souvent, matin et soir, accroché aux roseaux et aux branches du rivage (1)...

Caractères des réapparitions. — Doit-on appliquer à la généralité des émergences de notre région le terme de *résurgences*, préférablement à celui *d'exsurgences*, introduit dans le vocabulaire spéléologique par M. Fournier ? Sans nul doute, un ruissellement superficiel (presque toujours temporaire) précède la pénétration des eaux. Les bétoires, lorsqu'elles n'absorbent pas de vraies rivières, avalent des courants tout formés. Sur le littoral cauchois, « les falaises sont recouvertes en partie par des poches d'argile à silex et des dépôts de lehm, et l'eau de pluie n'atteint les surfaces d'affleurement de la craie qu'après avoir accompli, comme l'affirmait en 1877 M. Meurdra, un assez long trajet à l'état d'eau sauvage. Le terrain offre même, jusqu'à la jonction de l'argile avec la craie, une multitude de thalwegs sinueux, à la rencontre desquels les silex, transportés lors des grandes pluies, forment de petits amas. Le fond de ces ravinements secondaires est jalonné par des traînées de silex aux angles à peine émoussés. (A. de Lapparent.) Il y a donc là aussi de véritables pertes, partant, de véritables résurgences (2). »

Les températures se rapprochent en général des moyennes locales,

---

(1) D'après V. Dujardin, *Histoire du Valois*, pp. 473 à 482.

(2) Albert et Alexandre Mary, *L'enfouissement des eaux, etc.*, p. 147.

bien qu'elles soient d'autant plus sujettes à variation que les fausses sources répondent plus constamment à la notion de résurgence. Nous avons noté, en mai 1904, 9° C. à Penthemont, et en septembre 1907, 10° aux résurgences d'Etretat et de Bruneval.

Beaucoup de fontaines en pression sous des bancs durs et profitant des failles du terrain, sont ascendantes. On voit à Gournay-sur-Aronde (Oise) une source (?) considérable, nommée le *Bouillon*, dont le jet s'élève à 0m50 au-dessus de terre ; les *Fontaines-Blanches*, dans le même lieu, ont un jaillissement de huit à dix centimètres. La fontaine de Saint-Christophe à Wacquemoulin, celle de Longelois près de Moyenneville, celle de Neufvy, exhaussent plus ou moins leurs eaux. Une autre très abondante, de même sorte, existe dans le parc de Baugy (1). Près de Canny, en perçant vers 1840 un puits pour prendre de la marne, on rencontra à une faible profondeur un courant dont l'eau remonta avec une telle précipitation que la vie des ouvriers faillit être compromise ; on s'empressa de combler l'excavation (2). Dans les marais de la Somme, la sortie des sources de fond se trahit en hiver par des plaques de verdure persistant au milieu des roseaux desséchés ; quand la surface gèle, la glace manque au-dessus des sources : l'eau demeure de cette façon plus tiède l'hiver et plus fraîche l'été (3). Le lit de l'Oise est semé de fontaines ascendantes qui y forment des trous de trois à quatre mètres (4) ; et l'on attribue à la quantité de sources qui montent du fond de l'Aronde la propriété que possèdent ses eaux de ne pas geler quand toutes les autres rivières sont prises (5).

Le volume des réapparitions est en général puissant. On cite la source de l'Escaut et les fontaines qui grossissent son cours supérieur : Proville, Lesdains, la Fontaine-Glorieuse ; la plupart des sources qui avoisinent le Bray ; les résurgences de l'Eure et du Calvados, etc. Les débits d'étiage égalent plus du quart de ceux des grandes crues. Aux abords de Beauvais, le rapport est de 1 à 3. Avec une telle régularité, il est normal que presque toutes les résurgences soient pérennes. Certaines admettent des phases d'abondance périodiques, s'expliquant par la présence de siphonnements ou d'*hypochètes* sur le cours des ruisseaux cachés qui les alimentent : c'est ce qui a lieu notamment aux

---

(1) Louis Graves, *Essai sur la Topogr. géognost. du dép. de l'Oise*, p. 124.
(2) *Ibid.*, p. 125.
(3) Albert Demangeon, *La Picardie.*
(4) Emile Gailliard, *Hydrographie du département de l'Oise*, p. 13.
(5) *Ibid.*, p. 35.

environs du Havre. Quant aux points d'émergence abandonnés par les courants en voie d'approfondissement, les uns sont perpétuellement à sec; les autres, intermittents sans rigoureuse périodicité, donnent un peu d'eau les années pluvieuses. Cette dernière sorte de déversoir joue le rôle de trop-plein; il ne fonctionne que si le canal inférieur dont l'affouillement a provoqué la descente de la source, est temporairement insuffisant à écouler l'eau accumulée en amont : et comme ce canal tend, par l'action du courant qui le traverse, à s'élargir de plus en plus; — comme, d'autre part, une nouvelle descente de source est presque toujours possible, — il suit que toute fontaine intermittente sans périodicité exacte, marche vers un tarissement complet. C'est une mourante qui murmure ses dernières paroles.

Hygiéniquement parlant, « les eaux issues des terrains calcaires sont la plupart du temps dangereuses, ou du moins suspectes. On ne doit les utiliser qu'après l'étude la plus approfondie de leur origine, de leur circulation souterraine, de leur situation géologique et topographique et de leur émergence (1). » Ces considérations doivent être pesées d'autant plus sérieusement que la *théorie hydrique* de Bouchard, G. Pouchet, Rübner et Brouardel nous montre, dans l'eau provenant des roches non filtrantes, le vecteur de la fièvre typhoïde, du choléra et de la dothiénentérie pour les neuf dixièmes des cas. En 1886, vingt-quatre personnes de Paris et Versailles vinrent habiter à Pierrefonds (Oise) trois maisons contiguës. Vingt d'entre elles contractèrent la fièvre typhoïde. Une enquête faite par M. Brouardel prouva que les fosses d'aisances de ces maisons étaient à une petite distance des puits et qu'elles n'étaient pas étanches, et l'examen de l'eau de ces puits y fit découvrir le bacille typhique (2). A Paris, chaque fois que par suite du manque d'eau de source on était obligé de donner dans les maisons de l'eau de Seine, on voyait redoubler d'intensité ou éclater la fièvre typhoïde dans les dix jours qui suivaient la première distribution (3). A Beauvais, avant l'adduction des sources de Friancourt, on observait chaque année cent à deux cents cas de fièvre typhoïde, amenant vingt à quarante décès (4).

---

(1) E.-A. Martel, *Technologie sanitaire* (rapport au XIe Congrès d'Hygiène publique de Bruxelles, 1903), p. 1.

(2) G. Baudran, *Etude sur les eaux de Friancourt.* Beauvais, Imp. Schmutz, 1892, p. 37.

(3) *Loc. cit*, p. 38.

(4) Dr Dardignac, *Des conditions de l'hygiène à Beauvais.*

Il serait fort long et trop en dehors de notre sujet de résumer tout ce qui a été dit sur l'eau potable en général; les noms des Drs Gasser, Thoinot, Imbeaux, et de MM. Chalon, Boursault, Guichard, Labit, Duclaux, L. Janet, Malméjac, du Mesnil, Bechmann, Causse, Gosselet, Diénert, Pagliani, etc., évoquent un ensemble énorme de travaux. Nous nous bornerons à rappeler que, d'après MM. Martel et le Dr Henry-Thierry, une bonne eau présente les caractères suivants : couleur bleuâtre; limpidité suffisante pour ne pas altérer la couleur du papier blanc à travers 0m50 d'épaisseur; odeur et saveur nulles, ne laissant que l'impression de fraîcheur due à la température; pureté chimique et bactériologique (1). L'analyse hydrotimétrique renseignerait comme suit, selon le Conseil d'hygiène et de salubrité de la Seine : 5° à 15°, eau très pure; 15° à 30°, eau potable; 30° à 100°, eau suspecte; 100° et plus, eau mauvaise (2). Oxygène et gaz carbonique sont de rigueur dans toute eau légère.

Mieux que des développements théoriques, quelques indications concrètes montreront, dans le secteur géographique monographié, le péril sanitaire sous ses multiples faces. A Saint-Martin-le-Nœud (Oise), les bassins souterrains des carrières communiquent avec une petite source voisine; *Spirochœte, Leptothrix, Streptococcus, Actynocyclus, Campylodiscus, Isthmia, Rivularia*, et autres micro-organismes des lacs, se retrouvent en partie dans l'eau de la fontaine (3). Les puits de Port-en-Bessin (Calvados), qui descendent dans les aqueducs naturels où circulent les eaux de la Drôme engouffrées aux fosses du Soucy, doivent être tenus pour suspects; les essais à la fluorescéine établissent en effet qu'il faut à l'eau seulement *douze heures* pour parcourir souterrainement un trajet d'au moins une lieue, et une semblable vitesse est incompatible avec la possibilité d'une épuration hypothétique (4). Cette condamnation doit s'appliquer à beaucoup de résurgences. Or, aux chances spontanées de pollution, l'homme n'en ajoute pas moins des chances *voulues!* L'article 28 de la loi du 15 février 1902 interdit, il est vrai, sous les peines portées aux articles 479 et 480 du

---

(1) Cf. *Captage et protection hygiénique des eaux d'alimentation*, tirage à part. Imp. Nationale, 1908, p. 6.

(2) G. Baudran, *Etude sur les eaux de Friancourt*. Beauvais, Imp. Schmutz, 1892, p. 24.

(3) Albert et Alexandre Mary, *Les souterrains de Saint-Martin et l'hydrologie de la craie*, p. 35.

(4) A. Bigot, *Les pertes du Soucy*. (Annuaire de la Normandie, 1907, p. 344.)

Code pénal, « l'abandon de cadavres d'animaux, de débris de boucherie, fumier, matières fécales, et, en général, de résidus animaux putrescibles, dans les failles, gouffres, bétoires ou excavations de toute nature autres que les fosses nécessaires au fonctionnement d'établissements classés ». On devine que ces prescriptions légales resteront lettre morte tant qu'à leur secours ne viendra pas la persuasion générale. « J'ai à fournir, dit M. Martel, l'exemple le plus navrant et le plus authentique, tiré d'un projet que j'ai dû rejeter (en qualité de géologue-enquêteur) : le captage d'une source en communication à peu près certaine avec une bétoire située à 30 mètres plus haut et à 2 kilomètres en amont. Cette bétoire, au mois d'octobre 1904, servait de dépotoir *normal* à une importante commune et même aux eaux résiduaires de deux usines; rappelé à l'observation de l'article 28, le maire m'a répliqué : Que voulez-vous, je ne peux pas payer une sentinelle pour empêcher qu'on y jette des ordures [1]! » Il y a seize ans, la bétoire de Boissy-le-Sec, en rapport avec les résurgences de l'Avre, servait de lavoir; et le lavoir est, en campagne, une cause certaine de contamination, étant donné qu'on ne désinfecte presque jamais les linges de malades qu'on vient y laver. A Thiberville (Eure), c'est le contraire : on empoisonne une résurgence-lavoir en faisant un dépotoir d'une bétoire située en amont. Une photographie de ce dernier endroit, prise par M. Martel, nous montre, au milieu d'immondices de toutes sortes, un chat crevé en voie de décomposition...

Et les distributions d'eau dans les villes! A Caen, la consommation journalière n'est que de 195 litres par habitant [2]. Rouen ne dispose que de 135 litres pour chacune des cent dix mille personnes qui y résident. En outre, la situation de la ville rend la question des eaux très difficultueuse, les plateaux environnants étant formés de craie diaclasée nullement filtrante. L'abondante source de Fontaine-sous-Préaux, émergeant du Turonien moyen (craie marneuse), véhicule de 52 à 4 500 germes par centimètre cube, avec parfois le fameux *bacillus coli*. On a établi un périmètre de protection; cependant, on nous

---

[1] *C. R. Association française pour l'Av. des sc.*, Congrès de Cherbourg, 1905, p. 1017.

[2] On admet que la quantité d'eau moyenne doive être de 250 litres par individu et par vingt-quatre heures. En Allemagne, ce taux n'est que de 170 litres (Pope et Kœnig); en Angleterre, il varie de 180 à plus de 300 litres; Marseille est dotée de 800 litres, New-York d'un mètre cube, Rome de 1,100 litres (J. Rochard).

informe qu'au moment des crues souterraines, les eaux sont troubles, ce qui indique l'inquiétante possibilité d'une contamination. Le danger n'est pas moindre à quatre lieues à l'Ouest de Rouen, aux sources de Moulineaux; aussi fait-on subir à leurs eaux une véritable stérilisation [1]. Les fontaines de Friancourt, captées partiellement pour l'alimentation de la ville de Beauvais, sont canalisées au pied d'un talus voisin du Mont des Fourches (près Auneuil); mais en été, les sources non recueillies transforment le vallon en un petit étang, susceptible de porter aux venues d'eau les souillures d'une prairie dont la propreté n'est pas des plus scrupuleuses. Amiens n'a que 7 000 mètres cubes pour satisfaire aux exigences journalières de 77 000 âmes; encore les trois quarts de ce volume insuffisant proviennent-ils des fontaines de la vallée de la Selle, nourries par les plateaux de craie noduleuse, chargées de colibacille, et captées dans une couche de graviers d'alluvions, c'est-à-dire en dehors de leur gisement géologique.

« ... Et s'il me plaisait de la troubler?... »
interroge le jeune duc de Reichstadt dans *l'Aiglon.*
» — Troublez-la!... »,
répond *Petite-Source* sans plus s'émouvoir.

Ne semble-t-il pas que nos fontaines aient transposé du sens figuré au sens propre (?) ce principe de morale facile dont l'hygiéniste ne saurait se contenter? — « L'eau pure, a dit Arago, est comme la femme de César : elle ne doit pas être soupçonnée. »

Toutefois, il ne faudrait pas prétendre que les eaux souterraines des régions calcaires ne peuvent *jamais* être *sûrement* utilisées pour l'alimentation publique. Leur degré un peu élevé de minéralisation n'est pas un mal. Dans le voisinage de la Forêt-Noire, où la proportion naturelle de sels calciques est inférieure à la normale, l'homme et les animaux n'arrivent pas à se constituer normalement, et paient un large tribut au rachitisme et à l'ostéomalacie. Par contre, prenez un bassin ayant une eau riche en sels de chaux, celui de la Nièvre, par exemple, et voyez quelle population robuste, grande, solidement charpentée, avec un pourcentage de dégénérescence exceptionnellement

---

[1] D'après les *documents* transmis aux auteurs le 18 novembre 1908 par M. Ovide Bauchet, ingénieur à Paris.

bas [1]. D'autre part, le filtrage des eaux souterraines s'opère quelquefois dans les calcaires; cette thèse, démontrée par M. E. van den Broeck en ce qui touche certaines contrées belges, trouve une intéressante vérification aux alentours du Havre (Seine-Inférieure). M. Munier-Chalmas a constaté que les lithoclases de la craie y sont colmatées par des terres sablonneuses filtrantes. Mais si l'imminence des contaminations souterraines n'est pas aussi générale qu'on le pensait il y a quelques années, elle le reste suffisamment pour mériter un redoublement de mesures préventives.

CHAPITRE III.

L'évidement du sous-sol.

Cavités diverses. — Avec une hydrographie intérieure aussi complexe que celle qui vient d'être dépeinte, le Nord-Ouest du bassin parisien ne pouvait manquer d'être excavé en tous sens. Le mot de basse latinité *crota* et ses variantes : *crotum, crosum,* etc., dérivées comme lui de *crypta*, a servi à désigner un grand nombre de lieux ; on note *Crotoy* dans la Somme, *les Creuttes*, *Croutoy*, *Crouttes*, dans l'Aisne, *Haute-Crotte, les Groults*, *Mouille-Crotte*, dans l'Eure.

Sans sortir de la capitale, sous les rues de la Pompe et Spontini et près de l'avenue de la Grande-Armée, des sondages ont rencontré dans les bancs inférieurs du calcaire grossier des cheminements souterrains, hauts de $0^{m}30$ à $0^{m}60$, où de véritables rivières ont passé et passent peut-être encore à certaines époques pour aller se perdre un peu plus bas, dans les sables de l'argile plastique. C'est évidemment à un petit canal d'érosion ouvert dans le calcaire grossier qu'est due la particularité assez curieuse présentée par un puits à eau des carrières de la rue Notre-Dame-des-Champs. Ce puits, désigné sous le nom de *puits qui chante*, produit par intermittences un bruit très doux, régulier, de tonalité peu élevée, dû à un filet d'eau qui s'échappe à travers des bancs de pierre dans lesquels le puits est percé. Quelquefois, pendant plusieurs semaines, le ruisselet tarit et le bruit cesse complètement [2].

---

[1] O. Courier, *Récalcification et dégénérescence.* (La Vie nouvelle, n° 267, 1909, p. 52.)

[2] Emile Gérards, *Paris souterrain.* Paris, 1909, Garnier frères, édit., pp. 150 et 151.

Nous avons observé un phénomène du même genre dans un ancien puits de briqueterie, près de Savignies (Oise).

Il y a quelque temps, pendant l'exécution d'un travail de terrassements à la sucrerie de Bohain, on a rencontré un passage souterrain naturel, de vaste dimension et complètement vide (1).

De nombreuses grottes s'ouvrent dans le calcaire grossier, sur les bords de l'Ourcq. Plusieurs (Pringy, etc.) ont un grand intérêt préhistorique. Quand elles ne servent à aucun usage, on leur donne le nom de *crouttes* ou *creuttes ;* lorsqu'elles servent d'étables, de bergeries ou même de logements, on les appelle *boves*, et *bovettes* quand elles sont peu spacieuses. Quelques-unes portent le nom de *bovillons*. Certaines sont difficiles à visiter parce que l'entrée est obstruée par des éboulements ; d'autres, et c'est le plus grand nombre, présentent une entrée commode (Breny, Nanteuil, Pringy, Chouy, La Ferté-Milon, etc.). Ces cavernes, les eaux fraîches, les prairies, les moulins, les ombrages, animent de jolis paysages qui font de la vallée de l'Ourcq l'une des plus belles du département de l'Aisne (2).

Dans la région des Andelys (Eure), les falaises crétacées qui dominent la rive droite de la Seine sont perforées de galeries naturelles. Rappelons le *Trou Bournichon*, long de 40 mètres; le *Trou Saint-Jacques*, qui bifurque et est accessible sur 155 mètres de longueur; les *Cavernes de la Roche-à-l'Ermite;* le *Trou de la Guenon;* la *caverne de la Roche-Percée*, près la commune de Thuit; le *Trou d'Enfer*, à Connelles, profond de 25 mètres. Le *Trou du Pont-Saint-Pierre* est plus remarquable que les cavités précédentes. Il s'ouvre au Sud de la vallée de la Seine, au pied d'un petit affleurement calcaire situé en contre-bas d'une falaise d'une vingtaine de mètres. Le canal est large de 1 à 4 mètres, haut de 2 à 4 mètres, long de 80 mètres. Il est en partie rempli par du sable charrié depuis le fond. De 30 à 55 mètres de l'entrée, on voit sur les côtés des bandes horizontales saillantes « indiquant que le creusement s'est fait par l'érosion des eaux (3). »

Fissures et cavités, souvent occupées par des amas argileux, se retrouvent dans toutes les falaises de la Basse-Seine. La navigation du fleuve entre Rouen et le Val-de-la-Haye est très instructive à ce sujet. Et plus loin, ce sont les grottes de Caumont. Le nombre de ces

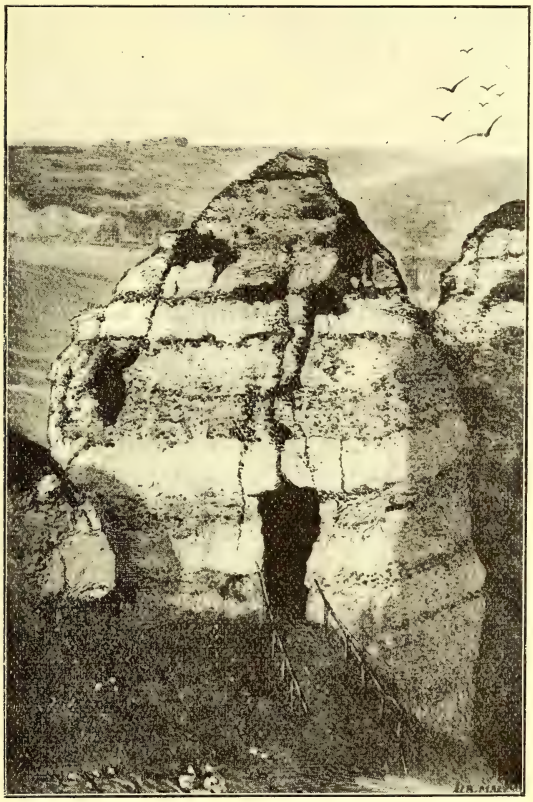
---

(1) *Journal d'Amiens*, 11 février 1903.

(2) Maurice Dommanget, *La rivière d'Ourcq et ses affluents*, pp. 37 et 38.

(3) L. Coutil, *Cavernes, aven et abris de la vallée de la Seine près Les Andelys*. (C. R. du Ve Congrès préhistorique de France, 1910, pp. 180 à 197.)

vides mis au jour par l'exploitation des carrières eût été beaucoup plus grand si celle-ci avait été poursuivie d'après les anciennes méthodes; actuellement, on évite l'attaque des bancs qui avoisinent les cavernes, parce qu'à mesure qu'on s'en rapproche, la pierre perd de sa qualité, « dégénère », suivant l'expression des carriers, du fait de la corrosion des leptoclases [1].



La Chambre aux Demoiselles, a Etretat.

(Cliché de M. Albert Mary.)

Restent les falaises littorales. La *Chambre aux Demoiselles*, en aval d'Etretat, traverse un pic isolé de la muraille crayeuse, à 260 pieds au-dessus de la mer. En amont de la même ville est situé, à mi-hauteur de

[1] Albert et Alexandre Mary, *Notes pour servir à l'étude hydrogéologique et spéléologique du soulèvement du Bray et des accidents synchroniques*, 2e tirage, pp. 24 et 25.

la falaise, le *Trou-à-Romain*, autre petite excavation que rendit célèbre la sombre et touchante histoire de Romain Bisson, narrée par Alphonse Karr.

Baromètres naturels de Villeneuve-sur-Verberie et du pays de Bray. — On a constaté à Villeneuve-sur-Verberie (Oise) un fait des plus intéressants. Sur une ligne de 2 kilomètres dans le village, il existe trois puits ayant la faculté d'aspirer et de rejeter l'air avec une force et une durée extraordinaires. Lorsque la pression atmosphérique augmente et dépasse 760 millimètres, ces puits en laissent échapper une quantité énorme; à 770 ou 780 millimètres, le courant d'air est tel que des brassées de paille jetées dans l'axe du puits en sont écartées avec violence. Au contraire, lorsque la pression baisse vers 750 ou 740 millimètres, l'air est absorbé avec une semblable vivacité. Ces phénomènes d'absorption ou d'inversion, qui peuvent se continuer dans un sens ou dans l'autre pendant plusieurs mois consécutifs, démontrent que les courants souterrains ont formé des vides immenses dans le calcaire grossier qui constitue l'assise de la forêt d'Halatte (1).

Au moment des changements de temps, un bouillonnement prolongé se fait entendre dans les diaclases du calcaire d'Hodenc-en-Bray. Cette particularité, qui nous a été signalée par des extracteurs d'argile réfractaire et que nous avons contrôlée à plusieurs reprises, paraît tenir à des causes identiques à celles qui président au mécanisme des puits souffleurs.

Cavernement et recul des côtes (2). — Parmi les grottes qui s'ouvrent à la base des falaises littorales du pays de Caux, une classification doit être établie.

Les unes ont été *exclusivement* fouillées par les vagues, qui ont profité des lignes de moindre résistance de la craie; peu étendues, béantes, elles se terminent par un cul-de-sac d'une grande régularité. La plus connue est le *Trou-au-Chien*, à Fécamp; sa largeur est de 4 à 5 mètres, sa profondeur, de 4 mètres, sa hauteur de 2 mètres : à l'inverse des aqueducs naturels, le diamètre l'emporte ici sur les autres dimensions; d'après M. Cartelot, le nom de cette excavation lui viendrait de la difficulté et des dangers de son accès. A Etretat, près de la Manneporte, nous avons visité une caverne similaire, aux parois d'un poli merveilleux, haute de $3^{m}50$, large et longue de 4 mètres, et dans laquelle on

(1) *Journal d'Amiens*, 11 février 1903.

(2) Cf. Albert et Alexandre Mary, *Bull. de Géogr. hist. et descriptive*, 1908, Imp. Nationale, pp. 151 et suiv.

aboutit par un spacieux chenal taillé dans l'énorme banc qui sert de socle à l'arcade; le lit de cette avenue étant en contre-bas, il y reste toujours près d'un mètre d'eau. Pendant le flux, les flots exercent dans cette grotte une puissante érosion décuplée par la projection des galets, et la mer montante, pour peu qu'elle soit houleuse, bat impétueusement les voûtes avec un bruit comparable à des décharges d'artillerie. Il est logique d'y reconnaître une ébauche de *Porte,* — œuvre marine, — de même que dans la surprenante *Grande Aiguille,* un pilier d'arcade dont la voûte s'est effondrée. Par suite, ces deux accidents représentent le point initial et le point terminal d'un travail dont le *Petit Trou* des falaises de Bénouville, la *Porte d'Amont,* la *Manneporte* et la *Porte d'Aval* marquent les échelons intermédiaires.

Sur la foi de ces exemples, on pourrait croire que l'érosion des rivières souterraines n'a aucun rôle dans les mutations du rivage : ce serait une erreur manifeste.

Le pied des falaises d'Aval, sur la plage d'Etretat, offre de multiples soupiraux rappelant, parfois en plus grand, ceux de Bruneval [1], et qui ont été évidés sur des lithoclases Nord-Ouest — Sud-Est et Nord-Est — Sud-Ouest. Une exploration attentive du *Trou-à-l'Homme* nous a permis, d'autre part, de supputer un processus d'un vif intérêt. L'entrée, amplifiée par les vagues, est un cintre majestueux de plus de 8 mètres de rayon ; le sol crayeux, méticuleusement lisse, laisse voir des fissures croisées qui lui donnent l'apparence d'un dallage fait de main d'homme. A une trentaine de mètres de l'ouverture, le plancher s'élève par gradins, puis la galerie s'incurve presque à angle droit, vers le Nord-Est, pour se réduire finalement à une grande diaclase impénétrable. Le développement total est d'une soixantaine de mètres. Plus au Nord, une autre grotte moins vaste, mais exactement semblable, renferme un énorme rognon de silex, long de 5 mètres, épais de $1^{m}50$, isolé par l'eau. On y observe la même diaclase dirigée vers Etretat, et l'on en sort convaincu que cette fissure, recoupée par des cassures diverses, est la terminaison d'un canal, qu'un courant parcourait autrefois. Tout porte même à considérer le Trou-à-l'Homme comme le débouché primitif de ces eaux ; la seconde caverne serait un déversoir plus moderne, accusant : 1° une diminution de débit ; 2° un enfouissement (la diaclase y est plus basse), et 3° une migration de la résurgence. Réduction et déplacement se sont aggravés avec le passage

---

[1] V. ante, p. 46.

ultérieur du courant dans les petites bouches septentrionales, passage suivi d'une disparition.

La sape des falaises par les rivières cachées du plateau cauchois n'est donc pas un mythe; et cette collaboration de la mer et des eaux souterraines éclate mieux encore à la Grotte-aux-Pigeons et à Bruneval.

Au cap de la Hève, la seule action des infiltrations amène de temps à autre d'importants éboulements. Les falaises, hautes de 97 mètres (Sainte-Adresse) à 105 mètres (Octeville), sont ainsi constituées : à la base, argile marneuse kimmeridgienne (6 à 8 mètres) ; au-dessus, sable ferrugineux (30 mètres), puis craie (60 mètres), argile à silex et sol arable (peu épais). Par les lithoclases de la craie, l'eau parvient à la couche de sable, qu'elle entraîne peu à peu. Des cavités se creusent, et le couronnement calcaire s'effondre, n'ayant plus un appui suffisant (1). C'est ainsi que le 7 septembre 1905 se sont produits deux affaissements successifs, sur une étendue de 250 mètres, entraînant une masse que M. Ch. Rabot (2) évalue à 400 000, et M. Lennier à 600 000 mètres cubes. D'après la carte dressée par M. Lemesnil (3), le recul de la côte, de 1828 à 1904, aurait été de 32 mètres au Sud-Ouest du sémaphore de Sainte-Adresse, et de 48 mètres au Sud-Ouest du guetteur de la Chambre de commerce du Havre; l'ensemble de l'estuaire de la Seine subit une ablation annuelle de $0^{m}18$, et non de 2 mètres, comme le veut M. Albert Perrin (4), encore moins de 5 mètres, chiffre adopté par M. Delon (5). Ce maximum de $0^{m}18$ n'autorise pas à admettre pour le littoral du pays de Caux une moyenne de plus de 10 centimètres par an.

Amortissement de la pente des collines. — Un recul de même origine se produit partout où les flancs des hauteurs sont assez abrupts. En 1909, un éboulement considérable a eu lieu sur le talus de la montagne Saint-Symphorien, aux portes de Beauvais; la craie sénonienne diaclasée avait été minée par les eaux pluviales, et la « poussée au vide » a déterminé la chute.

Par sa facilité de dissolution, le gypse est aussi une cause d'éboulis lorsqu'il affleure au pourtour des collines ; excavé par les eaux sou-

---

(1) L. Libert, *Eboulement des falaises de la Hève.* (La Nature, 26 janvier 1906.)
(2) Cf. *La Géographie* (15 novembre 1905).
(3) *Bull. de la Soc. géologique de Normandie*, XXIV, 1904.
(4) *Cours de sciences naturelles. Géologie*, p. 68.
(5) *Le Sol.* Hachette, 1880, t. Ier, p. 53.

terraines, il laisse s'effondrer les couches qui le recouvrent, marnes, argiles et sables. On rencontre de volumineux éboulis de cette nature au pied des collines de Montmartre et de Belleville [1].

Formation des rideaux. — On entend par *rideaux* ces ressauts brusques dont les talus escarpés interrompent les déclivités régulières des versants et leur donnent, quand ils sont nombreux, l'aspect de gigantesques escaliers. Buteux les considère comme des terrasses diluviales : c'est poser en principe un cas spécial, et il serait sage de n'admettre cette explication que si les paliers sont *de nature alluviale.*

Beaucoup de rideaux sont perpendiculaires ou obliques aux lignes de niveau et ne se trouvent pas forcément à des altitudes correspondantes de part et d'autre des vallées. D'après M. de Lapparent, les rideaux seraient dus à la régularisation par la culture d'inégalités primitives des versants et reproduiraient simplement le sens des thalwegs. Mais Lasne en a vu qui ne sont nullement parallèles aux thalwegs et dépendent d'un système de diaclases pendant que la vallée dépend d'un autre. « Des observations de Daubrée et de Lasne », dit M. A. Demangeon, « il résulte que les directions des rideaux de la craie se groupent, par leur nombre et leur importance, selon les directions des diaclases... On peut affirmer qu'il existe un rapport de cause à effet. Les eaux d'infiltration, retenues dans la craie blanche par une couche imperméable, s'accumulent dans les thalwegs souterrains et y dissolvent la craie; le soutien manque aux couches supérieures qui glissent le long des diaclases, en déterminant une dénivellation : *nombre de rideaux sont des diaclases avec rejet, ayant joué en raison de l'érosion souterraine* [2]. »

Lasne a trouvé, dans le voisinage de Doullens, l'eau circulant dans une couche de silex, résidu de dissolution d'un ou plusieurs bancs de craie blanche. La couche imperméable nécessaire à la théorie existe fréquemment à une profondeur relativement faible : dans la vallée de la Noye, si riche en rideaux, on trouve à 28 mètres une marne bleuâtre contenant plus de 40 % d'argile. Ajoutons que cette différence lithologique n'est pas indispensable, les recherches hydrologiques ayant révélé de volumineux courants très près de la surface, au sein de puissantes couches d'une craie à peu près homogène.

Instabilité du sol. — Ce qui vient d'être dit fait entrevoir une

---

(1) Emile Gérards, *Paris souterrain*, p. 138.
(2) *La Picardie*, p. 47.

conséquence désastreuse de l'affouillement souterrain : le changement morphologique continuel de la contrée.

« Il y a un siècle et demi, d'importants effondrements ont dû se produire dans la masse crayeuse du Nord du département de l'Oise. M. Thiot a rassemblé quelques témoignages sur un *tremblement de terre local* qui en fut la conséquence, en 1756 (1). Du 6 avril au 30 mai, on ressentit plusieurs secousses dans toute la région comprise entre Breteuil et Sains-Morainvillers, provoquées sans aucun doute par des effondrements successifs sur une ligne d'excavations orientée par une importante brisure parallèle à l'axe longitudinal du Bray. Le 6 avril, plusieurs fortes vibrations furent ressenties à Sains, où les cloches se mirent à sonner (2). Le *Journal de la paroisse de Bonvillers* rapporte que du 26 avril au 30 mai, chacun se sauvait des maisons qui étaient agitées d'une manière épouvantable, et que la terre faisait des bondissements sous les pieds comme si elle eût été prête à s'entr'ouvrir. Le 30 avril, on ressentit une telle secousse que le château du Mesnil-Saint-Firmin, lézardé dans toutes les directions, fut ébranlé au point d'en rendre la reconstruction inévitable (3) (4). »

Au Congrès des Sociétés savantes en 1908, M. Thiot a donné quelques compléments à cet aperçu historique ; entre autres détails, il a relaté que la première secousse eut lieu dans la matinée du 18 février, et que l'assemblée municipale de Beauvais consigna l'événement sur son registre des délibérations; Danse, l'un des auteurs de la fameuse *Histoire du Beauvaisis*, note (le même jour et le 30 avril) ce phénomène dont le *Mercure* et la *Gazette de France* firent mention (5). Mais ce sur quoi l'auteur de la note revient avec insistance, est que les secousses ont été constatées en même temps à Reims et Châlons, pour mourir à Vitry-le-François. Ces nouvelles informations constituent la preuve la plus convaincante de ce que nous avions avancé sur la cause du tremblement de terre de 1756. Beauvais et Breteuil, à l'Ouest, Reims et Châlons, à l'Est, sont bâtis sur le même terrain de craie supérieure, recouvert, depuis la vallée de l'Oise jusqu'aux falaises de Champagne, d'un puissant amas de dépôts tertiaires, qui ne paraît guère avoir été influencé. Comme toute vibration de l'écorce terrestre est transmise,

---

(1) *C R. des séances de la Soc. Acad. de l'Oise,* 15 juillet 1901.

(2) Martinval, *Notice historique.*

(3) Louis Graves, *Statistique du canton de Breteuil*, 1843.

(4) Albert et Alexandre Mary, *Notes sur le Bray*, 2e tirage, pp. 32 et suiv.

(5) Cf. *Journal officiel* (24 avril 1908).

de préférence, par les terrains de même nature que ceux où elle a pris naissance et formant leur prolongement, il n'est pas anormal que des ondes pseudo-sismiques originaires des entrailles de la Picardie orientale aient été éprouvées, bien qu'affaiblies, en Champagne. Le point extrême où l'on ait observé les commotions, nous dit M. Thiot, est Vitry-le-François : cette sous-préfecture touche précisément à la limite du crétacé supérieur parisien. Beauvais, édifié sur la craie, a ressenti les secousses dont les territoires situés au Sud du pays de Bray n'ont pas eu l'écho le plus atténué, vu l'interruption du crétacé supérieur, que constitue cette vallée de fracture.

Aussi nettement circonscrit, le tremblement de terre de 1756 reste définitivement un « tremblement de terre local », que l'on peut classer à côté des violentes vibrations du canton de Neuchâtel (Suisse) en mai 1876 (1), et de la secousse du 25 juillet 1856, qui partit du sein de l'Albe d'Ulm, et s'étendit à plusieurs localités de l'Allemagne du Sud (2) ; c'est un phénomène karsique, non un séisme.

Depuis peu, 1756 n'est plus une date sans analogue dans les annales de la Picardie. Le 20 novembre 1908, la presse régionale relatait, aux environs de Saint-Just-en-Chaussée (Oise), une secousse qui avait duré, dans la nuit du 19 au 20, 4 secondes environ, et avait laissé l'impression d'un choc violent, mais sourd, produisant un ébranlement général allant en diminuant. Cette fois, les éboulements intérieurs ont eu lieu sur une cassure perpendiculaire à l'axe longitudinal du Bray. La vibration a été ressentie très fortement à Saint-Just-en-Chaussée et au Plessier-sur-Saint-Just, où plusieurs personnes se sont levées, « pensant que des malandrins s'étaient introduits chez elles ». Un habitant de la rue de Beauvais a constaté qu'une pendule posée sur de petites cales en bois était déplacée. La terre a tremblé également à Avrechy et à Gannes, causant un commencement de panique.

Ces manifestations, a écrit avec raison M. Albert de Lapparent, « doivent être distinguées avec soin des tremblements de terre proprement dits. Il en est beaucoup qui peuvent résulter de phénomènes d'ordre secondaire, tels que l'effondrement de cavités dans un terrain contenant des matières solubles que les eaux d'infiltration entraînent peu à peu, amenant à la longue des ruptures d'équilibre. »

---

(1) De Tribolet, in de Lapparent, *Traité de Géologie*, 1883, p. 499.

(2) Fraas, in Philippe Hettinger, *L'Univers et l'évolution du monde*, Lib. commerciale, 1907, p. 326

Les carrières souterraines, dont les voûtes et massifs de soutènement sont minés par les infiltrations, achèvent de compromettre la sécurité de la surface.

Le seul département de la Seine compte 413 anciennes carrières (1). Et dans celles qui se trouvent sous Paris, les visiteurs peuvent voir de nombreuses *cloches de fontis*, ou dômes formés naturellement par l'effondrement progressif des assises du toit aux points de croisement des lithoclases. De temps en temps, les fontis « viennent au jour », et le sol se dérobe. Plusieurs affaissements considérables se produisirent de la sorte à Ménilmontant, dès 1777 ; l'année suivante, presque au même endroit, un nouvel abîme s'ouvrit, engloutissant sept personnes (2). La rue de la Santé s'effondra en 1876 et 1877. Le 9 mai 1879, ce fut le tour du passage Gourdon ; l'accident atteignit trois maisons, dont l'une descendit presque tout entière dans un vide immense. Le 30 juillet 1880, entre 5 et 6 heures de l'après-midi, par un temps d'orage épouvantable, un gouffre de 18 mètres de long, de 7 mètres de large et de 11 mètres de profondeur se forma subitement boulevard Saint-Michel, entraînant les fondations du mur de face de deux immeubles. Dans l'une de ces maisons, un coiffeur tenait boutique. Il allait dîner, quand tout à coup la devanture du magasin, la table avec sa vaisselle et ses mets, s'engloutirent dans les entrailles du sol aux yeux ébahis du pauvre homme, qui, par une chance inouïe, ne prit pas le même chemin (3).

D'importants travaux de consolidation ont été faits. Néanmoins, les accidents de ce genre ne sont pas entièrement prévenus. Le 12 avril 1900, un fontis vint au jour rue du Général Brunet. Dans le courant de 1907, l'Inspection générale des Carrières a eu connaissance de douze affaissements survenus dans le département de la Seine; cinq ont eu lieu dans l'enceinte même de Paris ; trois ont intéressé la voie publique (4).

Les autres départements (Seine-et-Oise, Eure, Calvados, Seine-Inférieure, Somme) possèdent de nombreuses carrières souterraines. Ils sont peut-être surpassés par l'Oise. A Saint-Martin-le-Nœud, « dans un temps relativement prochain, l'érosion triomphera complètement de la

---

(1) *Conseil Général du département de la Seine*, t. CIX, 4e session, 1908, 1re partie, p. 113.

(2) Emile Gérards, *Paris souterrain*, p. 281.

(3) Emile Gérards, *loc. cit.*, pp. 420 et 421.

(4) *Conseil Général de la Seine*, t. CIX, 4e session, 1908, 1re partie, p. 119.

résistance des voûtes minces (2 à 6 mètres) et très fissurées des coupoles développées dans les anciennes carrières (à la manière des « cloches de fontis »). Transformées en avens béants, elles agrémenteront alors la surface de plus en plus aride de la colline, augmentant la vitesse de pénétration des eaux météoriques, et donnant un large accès dans ces ténébreuses avenues au sein desquelles le travail de l'homme ne se distinguera plus guère de celui longuement accompli par les puissants effets mécaniques de l'action érosive (1). » L'effondrement de juin, juillet et août 1829 avait engendré déjà dans le sol extérieur un trou circulaire que l'on avait comblé au moyen de déblais (2). Ces écroulements se multiplieront avec le temps, si, comme il est probable, de sérieux ouvrages de consolidation ne sont effectués ; et le touriste s'émerveillera de trouver, entre la fertile vallée du Thérain et la verdoyante dépression du Bray, un district du Karst ou du Jura souabe.

CHAPITRE IV.

La corrosion.

Rôle de la corrosion. — MM. Rahir et du Fief n'ont pas hésité à expliquer le creusement des immenses cavernes de Han-sur-Lesse par la corrosion des eaux courantes (3) : il s'agit là d'espaces autrement vastes que les grottes connues ou inconnues du Nord-Ouest de la France !

On calcule qu'une source d'un débit moyen de 500 mètres cubes à l'heure et dont l'eau contient par litre 0gr50 de carbonate de calcium, enlève aux terrains traversés plus de mille tonnes, soit environ 500 mètres cubes de calcaire par an (4). En comptant que les quatre cinquièmes de ce volume ont été dissous, pendant l'infiltration, aux dépens des myriades de leptoclases anastomosées, le cinquième restant,

---

(1) Albert et Alexandre Mary, *Les souterrains de Saint-Martin et l'hydrologie de la craie*, pp 34 et 35.

(2) Cf. Albert Mary, *Recherches sur les souterrains de Saint-Martin-le-Nœud*, p. 7.

(3) *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, t. XV (15 janvier 1901).

(4) Boursault, *Recherche des eaux potables et industrielles*. Masson, édit., 1900, pp. 117 et 118.

enlevé aux parois des diaclases collectrices, est encore de 100 mètres cubes ! A ce taux, notre courant hypothétique eût creusé Trépail en 350 ans, et le grand bras de la Cave à Jacqueline (Caumont) en moins d'un siècle.

Mais ce n'est qu'une supposition, et le nombre n'est pas illimité, des fontaines qui atteignent à la fois ce débit et cette richesse en calcaire, dans notre région. Beaucoup ne donnent pas dix litres à la seconde (36 mètres cubes à l'heure); quelques-unes ne charrient pas 40 centigrammes par litre.

Sources calcarifères diverses. — Le département de l'Oise possède des venues d'eau pétrogéniques, à Vaudancourt, à Duvy, aux environs d'Houdancourt, près de Sacy-le-Grand et au pied du Mont de Saint-Pierre-en-Châtres, dans la forêt de Compiègne. La Troësne, à Trie-Château, incruste les corps immergés d'un dépôt calcaire qui les faisait prendre autrefois pour des fossiles (1). La fontaine d'Arson, qui coule à l'Est de Noyon, dans une gorge limitée par les coteaux de Béhéricourt et de Salency, s'est construit, sur un demi-kilomètre de longueur, un canal de carbonate de chaux concrétionné, élevé de quarante à soixante centimètres au-dessus des terres contiguës. « L'eau enveloppe promptement les objets submergés d'un enduit jaunâtre, épais ; mais cette propriété diminue à mesure qu'on s'éloigne de la source et se perd tout à fait aux approches de l'étang de Salency (2). »

Dans la Seine-Inférieure, à la montée de Villequier, près Caudebec-en-Caux, on peut assister à la lente formation d'un tuf léger, terreux, produit par des suintements calcifères.

Ces manifestations sont toutefois laissées en arrière par celles du bassin de la Somme, où l'Ancre revêt de carbonate de calcium les corps (les ferrements en particulier) qu'elle baigne en passant.

Tuf d'Albert. — Au commencement de la période quaternaire, l'emplacement de la ville d'Albert (Somme) était un lac spacieux, alimenté par un cours d'eau (l'Ancre d'aujourd'hui) n'ayant son origine qu'à trois lieues de distance. L'évaporation de l'acide carbonique, à laquelle la lenteur des ondes laissait le temps de s'effectuer, offrait au dépôt calcique des circonstances exceptionnelles; aussi, toute la vallée, depuis la gare jusqu'à la base de la colline où les Romains établirent

---

(1) Emile Gailliard, *Hydrographie du département de l'Oise*. Compiègne, Imp. Mennecier, 1889, p. 128.

(2) L. Graves, *Topographie géognostique de l'Oise*, p. 202.

leur grande voie du Nord, est-elle occupée par un sédiment tufacé ayant plus de deux mètres de portée.

Cette roche a deux aspects tranchés. Sous la ville, c'est-à-dire dans le bief d'amont, c'est une sorte de conglomérat amorphe, friable, parfois conchylien, ou bien un agrégat compact, d'un blanc jaunâtre, solide au point qu'on le taillait jadis en pierres à bâtir, comme on le voit sur les anciens remparts et dans les murs des vieilles maisons. A flanc de coteau et en aval, les molécules précipitées ont pétrifié, sans les déformer, des herbes, des tronçons de branches, de grands roseaux. L'avidité des mousses, des algues et des végétaux en général pour l'acide carbonique (1), a pu rendre plus rapide la formation du travertin.

Le tuf, résultat de la corrosion des assises calcaires, n'est pas moins qu'elles sujet à subir les atteintes de cette action chimique. M. Mazauric a démontré, par l'étude des grottes de la Boudène (Gard), que la nature poreuse des travertins laisse aux eaux le moyen de s'infiltrer entre la base du dépôt et le sommet de son substratum, souvent plus compact (2). Plusieurs années auparavant, M. Martel faisait la même constatation à la perte de l'Argens (Var) (3). Et le 9 mai 1908, l'éboulement de Saint-Pierre-de-Livron (Tarn-et-Garonne), en mettant à jour une caverne à stalactites, dissipait les doutes que l'on avait pu formuler sur l'universalité du phénomène.

A la liste classique des grottes des tufs, nous joindrons les *cavernes d'Albert*, qu'il n'est plus possible de visiter (leurs orifices ayant été comblés par des terrassements récents ou condamnés par mesure de sûreté), mais sur lesquelles nous avons d'amples renseignements, grâce à l'amabilité de M. Boulenger-Daussy. Sur la place d'Armes, une caverne profonde d'une vingtaine de mètres s'ouvrait dans une cave. Vers 1882, on a bouché l'entrée d'une galerie où l'on accédait par une ancienne maison de la rue déclive d'Amiens; ce corridor tortueux, au sol ondulé, de largeur irrégulière, était décoré de belles stalactites et s'étendait jusque sous la place d'Armes, avec une longueur d'environ 200 mètres. M. Comte a orné sa *Villa des Rochers* de constructions rustiques, où de jolis spécimens de pétrifications ont été mis en valeur en une fidèle restitution d'une grotte remarquable, appelée *le Cavin*, dont il était propriétaire. Ces souterrains naturels

---

(1) Cf. Ponzi et Cohn, *Neues Jahrbuch*, 1864, p. 580.
(2) *Bulletin de la Société de Spéléologie*, n° 3, 1896, p. 87.
(3) *Les Abîmes*, p. 421.

sont des lits de ruisseaux en retraite depuis des siècles et qui s'étaient frayé un passage dans le travertin jusqu'à leur émergence en aval de la cité (1).

En résumé, le tuf d'Albert prouve :

1° L'abondance des sources quaternaires;

2° Leur activité corrosive, favorisée par un climat plus doux et une végétation libre fournissant aux eaux d'infiltration une proportion plus forte d'acide carbonique;

3° Le peu d'ancienneté de quelques cavernes : la formation des cavités des tufs, naturellement postérieure à la sédimentation des bancs qu'elles perforent, est assez moderne pour justifier cette supposition, que le stade le plus récent de l'évolution hydrologique suffit à la production des faits spéléologiques. Il faudrait ainsi rejeter toute *généralisation absolue* de la thèse soutenue par M. Martel aux Congrès des Sociétés savantes de 1900 et 1902 et à celui de l'Association française de 1902, relativement à la date éo-miocène de certaines grottes. D'ailleurs, le creusement du sous-sol est si peu le privilège d'une époque définie de l'histoire du globe, que M. OEhlert en a relevé les traces dans les calcaires carbonifères de la belle exploitation de l'Euche (2), et que M. Emile Harzé a découvert à Engis, par deux cents mètres de profondeur, une vaste caverne antéhouillère (3).

CHAPITRE V.

Chronométrie du dessèchement.

La disparition des eaux subaériennes n'est pas d'une lenteur capable de lui ôter tout terme humain de comparaison.

En dehors même des cas où elle s'accomplit avec assez de vitesse pour être saisie par l'observation directe, une multitude de faits nous

---

(1) M. Boulenger-Daussy a développé cette idée, en novembre 1904, dans une conférence inédite sur *la grève des sources*.

(2) *Bulletin du Service de la Carte géologique de la France*, Feuille de Laval (t. XII, n° 85, 1900-1901, p. 40).

(3) E. Harzé, *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXXI, Mémoires, pp. 161-166, et *Bull. Soc. belge de Géol.. de Paléont. et d'Hydrol.*, t. XVII, 1903, Mémoires, pp. 545 et suiv. Voir aussi E. van den Broeck, E.-A. Martel et Ed. Rahir, *Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique*, 1910, t. II, annexe B, pp. 42 et suiv.

autorisent à répéter avec M. Martel que « l'enfouissement progressif des eaux courantes se poursuit avec une rapidité bien plus grande qu'on ne l'a cru jusqu'à présent, et devient réellement inquiétant quant à l'avenir des ressources aqueuses d'une grande partie de la surface terrestre [1] ».

Jamais formule n'a été plus vraie dans son application au Nord-Ouest du bassin parisien.

Données fournies par la Préhistoire. — Deux conclusions ressortent de la répartition des gisements préhistoriques dans le Bray et le Beauvaisis :

1° Au commencement de la période post-glaciaire, les sommets aujourd'hui les plus arides jouissaient d'eaux assez abondantes pour suffire aux besoins humains;

2° Les grandes vallées n'étaient, en raison de l'envahissement des points bas par les eaux fluvio-lacustres, nullement praticables à l'homme, et le sont devenues peu à peu, chaque rétrogradation de l'élément liquide appelant un progrès de la diffusion humaine. Plus les époques représentées se rapprochent de la nôtre, et plus aussi s'abaisse l'altitude des stations, qui doivent jalonner autant de lignes successives de niveau décroissant des eaux courantes et de descente des fontaines.

Il y a quelque 250 à 300,000 ans (d'après la chronologie de M. Gabriel de Mortillet), les précurseurs de notre espèce s'étaient établis à Saint-Germer et sur le mont Sainte-Geneviève, par 205 et 210 mètres au-dessus de la mer [2]. M. Petit, et principalement M. le Dr Th. Baudon, ont trouvé en ces deux endroits les vestiges de toute une industrie *éolithique*, marteaux à pointe, retouchoirs, coups-de-poing, racloirs et grattoirs [3].

Pendant les âges paléolithiques, l'homme s'installe à des niveaux plus faibles, tels que Labosse (160 mètres), Villers-Saint-Barthélemy (150 mètres), Saint-Paul (120 mètres), Montguillain (90 mètres), Saint-Just-des-Marais (72 mètres), etc. La plupart du temps, il s'agit, non de

---

(1) *Les tunnels de Minerve et la déchéance hydrologique des calcaires*. Toulouse, 1905, p. 3.

(2) Probablement, cette élévation n'était pas alors la même qu'aujourd'hui; mais comme les oscillations de niveau ont affecté le pays entier, les hauteurs relatives des gisements sont demeurées sensiblement constantes.

(3) Cf. Baudon, *Le Mont Sainte-Geneviève*, pp. 31 et suiv., et 2e *mémoire (Période acheuléenne)*, pp. 6 et 7.

stations en place, mais de gisements alluviaux, dont les éléments sont pris à des territoires plus élevés, mais peu distants, si l'on en juge par le degré de conservation des pièces exhumées.

Une échelle altitudinale d'ensemble a été tracée, par ordre de sous-périodes, dans le mémoire déjà cité de M. Baudon sur la *falaise du Thelle*; et cette échelle a d'autant plus de poids qu'elle n'a pas été dressée *intentionnellement* pour les besoins d'une cause quelconque, et que les propositions s'en trouvent à trois pages différentes. *a*) « Les populations éolithiques occupaient les *crêtes* » (p. 29). — *b*) « Les gisements chelléens se trouvent sur le sol ou dans les limons des *plateaux élevés* » (p. 14). — *c*) « Les stations moustériennes caractérisent les *plateaux* » (p. 15).

Quant au Néolithique (Campignien, Robenhausien, Carnacéen surtout), il se rencontre presque partout dans la zone moyenne et basse, et jusque dans la vallée du moyen Thérain, c'est-à-dire très au-dessous de 60 mètres. Les atterrissements de cette rivière constituent une couche archéologique riche en objets de l'âge du bronze; MM. Thiot et Péron ont relaté, en janvier 1907, dans la revue *L'Homme préhistorique*, la trouvaille faite en octobre 1906, dans la ballastière de Bailleul, d'une curieuse cachette de la période Morgienne.

Jamais de Carnacéen sur les sommets ! Les hommes, déjà, les ont désertés avec les sources !

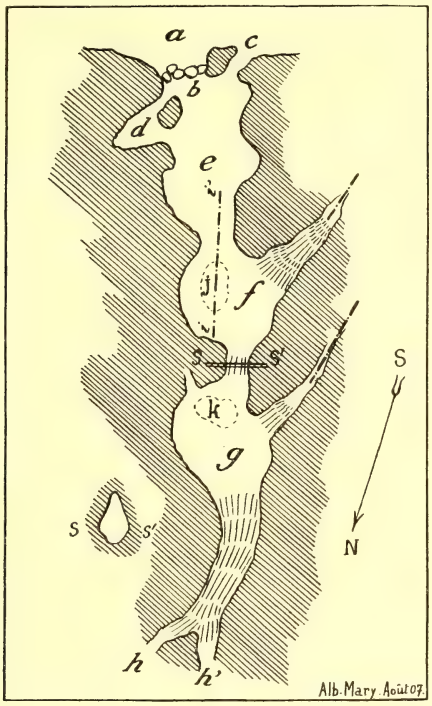
La baisse des artères fluviales, qui sans doute ne furent pas considérées dès le début comme des « chemins qui marchent », mais plutôt comme des barrières, permit, vers la même époque, l'essor des relations de peuplade à peuplade. Par là s'explique la présence, dans nos stations néolithiques, de haches en serpentine, roche dont les gisements les plus voisins sont éloignés d'au moins 100 lieues [1].

Grottes de l'Ermitage. — Les touristes qui ont parcouru les environs accidentés de Saint-Gobain (Aisne), connaissent ce coin délicieusement retiré de la forêt qu'on appelle *l'Ermitage*. Là se trouve un profond vallonnement orienté SO.-NE.; d'un côté se dresse un énorme dolmen; de l'autre s'étend un chaos de rochers de calcaire à *Nummulites lævigata* portant l'empreinte d'une intense érosion. Au milieu de ce site étrange s'ouvrent, dans une petite falaise dépenaillée,

---

[1] Albert et Alexandre Mary, *Essai sur les rapports de l'évolution hydrographique quaternaire et de la chorologie humaine aux environs de Beauvais*. (C. R. du Ve Congrès préhistorique de France.)

deux grottes, dont la plus étendue, notamment, offre des caractères fort intéressants.



PLAN DE LA PRINCIPALE GROTTE DE L'ERMITAGE.

a, entrée; *b*, blocs; *c*, orifice impraticable; *d*, chambre au salpêtre; *e*, vestibule; *f*, première salle; *g*, deuxième salle; *h*, *h'*, excavations étroites et obstruées; *i*, *i'*, grande fissure; *j*, excavation dans les voûtes; *k*, cheminée; *SS'*, passage étroit dont la section est représentée à gauche du plan.

Elle est formée de trois chambres principales reliées par d'étroits couloirs sur 25 mètres environ de longueur. La largeur varie de $0^{m}70$ à $3^{m}50$, et la hauteur de 1 à 4 mètres. Deux amorces de galeries latérales se remarquent dans les deuxième et troisième salles. Une cheminée verticale de 2 mètres de hauteur existe dans le plafond de la dernière chambre. Une diaclase très corrodée fracture la voûte de l'entrée et se prolonge sur 15 mètres. Enfin, les corridors exigus (surtout celui qui fait communiquer la deuxième chambre avec la troisième) offrent cet élargissement médian qui résulte d'une décroissance de l'affouillement et qu'on retrouve dans beaucoup de cavernes. Nulle marque de travail humain. La différence de niveau entre le fond

et l'orifice de la cave, rachetée par une pente continue et de brusques seuils, le peu de hauteur et la forme des voûtes, la sinuosité de la galerie, la facilité du travail chimique qui a enlevé le ciment calcaire de la roche et abandonné sur le plancher une épaisse couche de nummulites isolées, montrent que l'on est en présence d'un aqueduc naturel desséché.

Il est possible, pensons-nous, de déterminer *à peu près* la date de la disparition totale du filet d'eau qui sortait de cette grotte. On sait que les religions des peuples primitifs de la Gaule n'étaient, le plus souvent, que la traduction par des cérémonies extérieures, des impressions de crainte ou d'admiration produites par les spectacles de la nature. Les montagnes, les mers, les rivières, les forêts, les champs étaient l'objet d'un culte particulier, et les sources étaient considérées, tantôt comme des divinités aimables et bienfaisantes (1), tantôt comme la manifestation de génies redoutables. *Orc*, dieu identique à Pluton, mentionné par Hésiode dans sa *Théogonie*, était adoré près de la source de la rivière d'Ourcq (à laquelle il a donné son nom), sous la forme d'une pierre lourde et massive (2).

Vraisemblablement, le dolmen érigé en face et à quelques pas des grottes de l'Ermitage, n'a pas été placé au hasard ; le charme mystérieux du vallon n'a pas seul inspiré nos ancêtres, qui ont vu dans la proximité de l'humble fontaine aujourd'hui tarie, le moyen d'ajouter un religieux hommage à ce culte naturaliste dont les monuments mégalithiques perpétuent la mémoire (3). De sorte que le dessèchement de l'Ermitage doit être *postérieur aux débuts de la période carnacéenne* et remonte à *moins de cinq ou six mille ans.*

Longtemps encore après la conquête romaine, les anciennes croyances vécurent à côté du polythéisme officiel et du christianisme naissant. Aucun culte ne fut plus enraciné que celui des eaux. On le vit résister si fortement aux condamnations des lois civiles, et plus tard des conciles, que les évêques, désespérant d'en triompher, ne crurent pouvoir mieux faire que lui donner la consécration de l'Église (4). L'emplacement des temples chrétiens de notre région a souvent été fixé par celui des sources : il y a, dans la nef de la crypte de

---

(1) Ch. Lenthéric, *Le Rhône; histoire d'un fleuve*, t. II. Plon, édit., 1892.

(2) *Annales de la Soc. hist. et archéologique de Château-Thierry*, 1867.

(3) Albert et Alexandre Mary, *A travers la forêt de Saint-Gobain.* (Volume Excursions 1909 du Touring-Club de Belgique.)

(4) Santerre, *Mém. de la Soc. des Antiquaires de Picardie*, t. III, pp. 36 et suiv.

Saint-Sulpice de Pierrefonds, une fontaine mentionnée par L. Graves(1) et décrite par B. Weil (2) ; il y en a une également dans la crypte de Saint-Sanson, et une pièce des archives de la fabrique déclare que « les chrétiens des environs firent une chapelle sur cette fontaine (3) ». Sur les 900 sources du département de l'Oise, plus de 120 étaient l'objet d'un culte, ou célèbres par des pèlerinages plus ou moins orthodoxes. On se rendait en procession à la fontaine de Saint-Martin-le-Nœud. A Brétigny, près de Noyon, l'eau de la source Saint-Hubert passait pour préserver de la rage et des épidémies (4). La Source des Miracles, à Vieux-Moulin, avait la curieuse propriété de faire avoir beaucoup d'enfants aux femmes qui buvaient son eau après une petite visite au couvent (5), etc.

Comment expliquer, dès lors, l'absence de vestiges cultuels et le mutisme de la tradition sur une fontaine qui, comme celle de l'Ermitage, avait joui d'une longue vénération, — sinon par le tarissement de la source elle-même ? Cet événement serait, par suite, antérieur au moyen âge et *compris entre 50 et 15 siècles avant le nôtre.*

Sources de la Luce. — Sur le territoire de Lihons-en-Santerre (Somme), les vallonnements du S.-O. portent leurs eaux, par le ravin de Méharicourt, par Vrély et Caix, au ruisseau de la Luce, qui apparaît à 56 mètres d'altitude, et dont le lit s'est sensiblement obstrué depuis les temps préhistoriques. Primitivement, la Luce prenait sa source au-dessus de Caix, comme l'attestent les fers à cheval *gaulois* trouvés à 7 mètres de profondeur. C'est aussi vers cette ancienne source que M. Leblan a rencontré une dent d'hippopotame fossile (6).

Considérations toponymiques. — Sans constituer davantage le point de départ d'indications d'une précision absolue, la philologie procure des témoignages précieux sur quelques stades locaux de l'appauvrissement hydrographique. « Les désignations tirées des *cours d'eau* et des massifs forestiers », dit Louis Duval (7), « représentent la couche la plus

---

(1) *Annuaire de l'Oise,* 1840.

(2) *Les cryptes du département de l'Oise.* (Mém. de la Soc. acad. de l'Oise, 1849.)

(3) Cf. Weil, *loc. cit.*

(4) Victor Dujardin, *Histoire du Valois*, p. 431.

(5) *Id.*, p. 445.

(6) L. Delambre, *Excursion à Lihons-en-Santerre.* (Bull. de la Soc. Linn. du Nord de la France, n° 365, 1905, p. 277.)

(7) *Etude sur l'origine et l'orthographe des noms de communes du département de l'Orne.* Berger-Levrault. édit., 1904. V. en outre : A. Houzé, *Etude sur la formation des noms de lieux en France,* et Edouard le Héricher, *Mém. de la Soc. des Antiquaires de Normandie*, 3e série, t. V.

profonde de notre nomenclature topographique, dans laquelle elles occupent une place importante, puisqu'elles entrent dans la composition d'un très grand nombre de noms de lieux. » Il n'est pas illégitime de dégager de cette nomenclature le souvenir de phénomènes naturels dont ceux qui l'ont créée ont été spectateurs.

Dans l'Oise et l'Eure, il y a deux *Mortefontaine* (*mortuus fons*) et deux *Mortemer* (du bas-latin *mercasius*), qui rappellent la disparition de sources ou d'étangs. *Thieux* (*steyr*, *étier*) relate l'existence, à une époque n'excédant guère une quinzaine de siècles, d'un affluent de la Brêche supérieure, dont on peut suivre le thalweg desséché. Le hameau de *Rieux*, entre Hamel et Conteville, occupe un point de l'ancienne Celle supérieure ; ses formes anciennes sont *Rueius* (1150), *Ruolium* (1145), *Ruels* (1157) : ainsi défiguré, il semblerait se rattacher à une idée forestière (v. plus loin), alors qu'il vient plutôt de *rivus*, *rius*, petite rivière.

Près de Fontaine-Lavaganne se trouvent deux endroits dénommés *Vertefontaine* et *Hautefontaine*, où l'on ne rencontre plus la moindre venue d'eau : une source jaillit plus bas, au sud de Fontaine-L*ava*ganne, dont le nom établit la présence passée d'un important cours d'eau. La racine sanscrite AV est, en effet, l'un des signes du mouvement ; elle a formé des dérivés comme AV*i*, le vent, AV*isha*, l'Océan, AV*ashi*, AV*ani*, la *rivière*, exprimant une notion de rapidité (AV*ana*), et elle se retrouve en ancien allemand, en islandais, en scandinave, sous les formes *â*, *aâ*, *awa* [1]. En analysant la racine elle-même, on voit qu'elle réunit deux éléments constitutifs. La voyelle A, composée de la juxtaposition de Λ (lambda grec), représentation graphique généraliste du mouvement, et de M, représentation de la préhension, désigne, dans son essence la plus pure, la bouche avec les organes de la salivation ; dans le domaine propre du langage, elle figure l'*eau* à raison du contact permanent de la bouche avec la salive ; enfin, par extension, elle entre dans *anhelitus*, respiration, ανεμος, vent, αελλα, *tempête*, etc., où domine toujours l'idée de déplacement et de vapeur d'eau atmosphérique. Le V est une simplification du W, qui marque le mouvement alternatif de chute et d'ascension (vagues de la mer ou d'un courant tumultueux) ; il caractérise une infinité de mots, comme *wawl*, hurler, *wave*, vague (angl.), *water*, eau (angl.), Schwall, montagne d'eau (allemand), Wasser, eau (all.), sans compter le

---

[1] H. Cocheris, *Origine et formation des noms de lieux*. Paris, 1881.

substantif français *eau*, écrit conformément à l'orthographe phonétique [1].

De la même notion est sorti WAV*ignies*. Ce bourg s'est appelé tour à tour *Wambuniaca*, forme équivoque du Xe siècle ; *Wavenies* (1156) ; *Gaveniæ* (1170), qui rappelle, par la substitution du *G* au *W*, la génération du mot *Gave*, torrent pyrénéen ; *Waveinnius* (1189) ; *Wavegnies* (1193) ; *Wavignie* (1530). Wavignies est aujourd'hui à deux lieues au moins de tout ruisseau.

AV saute enfin aux yeux dans SAV*ignies*, village qui a cessé depuis longtemps d'être arrosé par le courant superficiel que vise le nom qui lui a été donné ; MM. Woillez et Mathon estiment que cette dénomination pourrait avoir pour étymologie *Savis*, plaine basse [2] : leur interprétation eût été d'une grande valeur s'il ne s'était malencontreusement trouvé que Savignies fût assis sur un plateau isolé et très élevé.... Le radical *Sav* a d'ailleurs engendré *Savières*, rivière française, *Save*, affluent du Danube, etc.

Dans la Seine-Inférieure, l'Eure septentrionale et le Calvados abondent les dérivés de *mara*, amas d'eau dormante : Cliquemare, la Mare-aux-Saules, Boismare, Mare-Fine, la Grand'mare, la Grosse mare, la Mare blonde, Fongeusemare, Sausseuzemare, Bettemare, Ymare, Roumare, Melamare, bois de la Mare ; la Mare-à-grès, la Mare du Bosgrout, les Longuemares, la Rougemare, la Mare-Foulon, Honguemare, Honguemarette, la Mare-Becquet, la Mare-Guérard, la Mare-Potin, Marette, les Marenettes, la Mare-Billon, Hecquemare, Bonnemare, la Mare-Blanc-Pin, la Mare Duboc (boscus), la Mare-de-la-Vallée, la Mare-des-Houles, la Mare-Hareng, Brumare (château de), les Marettes, Rondemare, la Mare-Frangouse, la Mare, la Mare-Laurent, Trottemare, Rue-de-la-Mare, la Mare-des-Mares, etc. ; désignations jolies et pittoresques dont les unes font image tandis que d'autres évoquent de savoureuses légendes. La plupart de ces lieux-dits ne possèdent plus les nappes d'eau qui leur ont valu ces appellations.

La terminologie géographique du pays de Thelle est encore plus expressive. *Flavacourt* s'élève dans un ravin sec de deux lieues de longueur ; son étymologie met cependant en relief le radical AV, *ava*,

---

(1) Voir l'ouvrage rare et très original de M. Auguste Sigrist, *Résurrection de la philosophie ancienne*. Imp. J. Dumoulin, Paris, pp. 65 et suiv.

(2) *Dictionnaire topographique de l'Oise*, manuscrit inédit revisé par Deladreue et conservé aux Archives départementales de l'Oise.

et démontre, plus sûrement que n'importe quel raisonnement scientifique, le tarissement lointain d'un affluent de l'Epte.

La crête de la lèvre méridionale du Bray porte des bourgades nommées la *Neuville-Garnier*, la *Neuville-d'Aumont*, dont les documents écrits n'ont gardé que la corruption *nova villa*, mais dont le véritable sens primordial dut être *nove villa* (*nove ou noue*, torrent). La même racine existe, avec un augmentatif, dans *Beaumont-les-Nonains*, pour revenir à sa forme normale dans *la Neuville-Bosc*, localité située sur le divortium des bassins de la Troësne et de la Viosne. Le gigantesque talus des falaises méridionales du Bray est coupé, du S.-S.-O. au N.-N.-E., de nombreuses brèches aux versants abrupts, dont la longueur dépasse rarement quelques centaines de mètres; par contre, la pente des thalwegs est souvent supérieure à 30 %, ce qui devait donner aux eaux une puissance érosive considérable. Dans le pays, on appelle ces ravins « goulées », « gueules », « fonds d'Enfer ». Le village du Coudray-Belle-Gueulle emprunte sa dénomination à l'une des plus grandes de ces gorges, vers la montagne de Caumont (Oise). Ces brèches arides justifient l'hypothèse de courants torrentiels, dont elles seraient le lit et l'œuvre.

Au centre du plateau de Thelle est bâti *Bachivillers* (le *Bèchevillers* de 1178), entouré, lui aussi, de dépressions sans eau. Or, les Germains avaient, pour exprimer l'idée de ruisseau, un mot venu du sanscrit PAY (couler) ; les Persans l'écrivent *Bak*, les Normands, *Bec* (Bolbec, Beaubec, le Bec, le Robec), les Anglo-Saxons le prononçaient *beec*, *bekke*, *back*, et il a pris en allemand la forme *bach* (1) sous laquelle il apparaît ici grâce à une évolution parallèle. Au sud du Signal de Sainte-Geneviève (212 mètres), la commune de *Mortefontaine* et ses environs recèlent, outre le nom même du bourg, plusieurs indications. De profonds thalwegs sillonnent la montagne et convergent vers le cours de l'Esches. A la naissance du plus typique se trouve le *bois de Rumesnil*, dont l'étymologie est *rû*, *rius*, *rivus*. Non loin des ravins est situé *Novillers-les-Cailloux*, que l'on rapprochera sans hésitation des noms cités plus haut comme provenant de *nove*. Les lieux-dits la *Mare-du-Moux* et la *Mare-d'Ovillers* attestent également la réalité de nappes archaïques dont le nom seul persiste.

Chose remarquable ! La toponymie, qui a si bien pris sur le fait cette hydrographie d'autrefois, n'a pas enregistré avec moins de fidélité

---

(1) H. Cocheris, *Origine et formation des noms de lieux.*

la destruction des massifs forestiers. Non seulement la racine *boscus* contribue à former de nombreux noms de localités où les bois d'antan n'ont pas subsisté ; non seulement on découvre les chaînons qui reliaient les imposants lambeaux actuels de l'antique *Silvacum* et ceux qui joignaient les forêts de la vallée inférieure de la Seine ; mais encore, le déboisement, qui commença activement vers le XIe ou XIIe siècle, est visé d'une façon formelle. Le terme *sartus*, bois défriché, a donné *Essartiers* (Calvados), *les Essarts* (Eure), *Certaux*, *Certeau* (Aisne), *Grandsars*, *Essertaux* (Somme) ; et le mot germanique *rœgen*, *reden*, synonyme d'essart, a fourni *Ruel* (Calvados), *Roye* (Somme), *le Plessis-de-Roye* (Oise), *Rueil* (Seine-et-Oise), etc.

Ainsi demeurent accolées, dans le vocabulaire géographique, deux séries d'observations dont la connexité, bien que non exclusive, éclate dans les archives hydrologiques de nos contrées.

Examen et critique des faits historiques. I. Réductions de débit. — La Somme roulait 24 mètres cubes par seconde en 1800 ; en 1900, elle n'en donnait plus que 18 : diminution de $^1/_4$ en un siècle. Le débit du ruisseau des Parquets était de 120 litres en 1860 ; il n'était plus que de 13 litres en 1903 : diminution de $^8/_9$ en quarante-trois ans. Le rû de Poix fournissait 170 litres en 1880 et 60 litres seulement en 1903 : diminution des $^2/_3$ en vingt-trois ans. La Celle débitait 3 mètres cubes en 1880, et 1m³850 en 1903 : diminution de moitié en vingt-trois ans.

Le maigre ruisseau des Trois-Doms était si abondant sous Henri IV, qu'il fut question de le rendre navigable. La Sommedor, qui avait jadis un volume considérable, est devenue très irrégulièrement intermittente. La Béronelle, mince filet d'eau, était au XVIe siècle un gros ruisseau faisant tourner plusieurs moulins. La Liovette, ou rû de Calais, alimentait trois usines il y a quelque trente ans ; à l'heure actuelle, son débit moyen n'est que de quelques litres. La Gobette, coulant à des intervalles de six à dix années pendant une durée de six semaines à six mois, était anciennement assez grosse pour être utilisée par le moulin de Puiseux-le-Hautberger. La Veine (Lavigne), qui descend du ravin de La Lande-en-Son, paraît tous les cinq ou six ans pendant trois mois (1).

L'Aunette, qui ne comptait pas moins de quatorze sources, n'en a plus que deux, et perd constamment de son volume depuis de nombreuses années (2).

---

(1) Plusieurs de ces exemples sont tirés soit des mémoires de M. Houllier, soit du *Journal d'Amiens*, soit de la *Topographie géognostique de Graves*, pp. 122 et 153.

(2) Emile Gailliard, *Hydrographie du département de l'Oise*, pp. 113 et 114.

Dans la région de Senlis, les étangs disparaissent, et il y a une diminution très visible dans le débit de plusieurs sources (1).

Le vivier des Andelys s'est asséché depuis le XVIIIe siècle, époque où il était encore loué pour la pêche (2).

Déjà en 1798, Thiébaut de Berneaud écrivait : « La petite ville de Montmorency » (Seine-et-Oise) « n'a rien d'attrayant que sa position. L'air y est pur, les fruits excellents, les cerises et les melons surtout; mais on y manque d'eau : il faut l'aller chercher à une grande distance. La vallée elle-même n'est pas également partout exempte de ce fâcheux inconvénient... Les nombreuses sources qui descendent des coteaux situés au Nord, taries en grande partie, n'alimentent plus les petits ruisseaux dont la vallée était coupée en tous sens; les fontaines destinées à la boisson des habitants suspendent leurs tributs par longs intervalles, et maintenant, les bestiaux sont contraints d'aller loin de l'étable chercher l'eau qui, naguère encore, se trouvait partout sous leurs pas. Les puits se dessèchent, et le cerisier, l'ornement de la vallée, qui ne demande que l'eau pour engrais, ne jouira bientôt plus de cette humidité bienfaisante à laquelle ne peut suppléer l'industrie du propriétaire. L'étang même, dont le volume et l'étendue étaient cités, et donnait à l'ensemble de cette belle contrée un aspect si brillant, voit chaque année son niveau diminuer considérablement. Il n'est plus alimenté que par ses propres sources et par les eaux qui viennent de la forêt de Montmorency, des hauteurs de Montlignon, Saint-Prix, Saint-Leu-Taverny, et de la belle fontaine d'Ermont (3). »

II. Descentes de sources vers l'aval. — La Somme, qui prenait son origine à Fonsomme, ne commence aujourd'hui qu'à Rémaucourt, — plus d'une lieue en dessous. Vers 1750, l'Escaut descendit de Sommescaut au Catelet. La carte d'Etat-Major la plus ancienne (1830) place la source de la Luce à 3 kilomètres en amont de Caix, à 10 mètres au-dessus du niveau actuel (4).

La source du ruisseau des Evoissons a baissé du Pont-de-Sarcus à Elencourt, perdant 3 kilomètres en longueur et 10 mètres en hauteur; celle de la rivière des Trois Doms, du Petit-Pré (Dompierre) à Domfront

---

(1) Dr L.-J. Moreau, *La Nonette et la Thève.* Senlis, 1908, p. 56.

(2) L. Coutil, *Lettre aux auteurs* (24 avril 1911).

(3) *Voyage à Ermenonville*, par Arsenne Thiébaut de Berneaud, secrétaire perpétuel de la Société Linnéenne de Paris, p. 17 de la 3e édition (1826).

(4) L. Delambre, *Bull. de la Société Linnéenne du Nord de la France,* no 365 (1905), p. 277.

(2 kil. et 5 m.); celle de l'Arré, du bois de Conatte à la Fontaine Syrique (4 kil. et près de 40 m.); celle du Thérinet, de Saint-Arnoult à Omécourt (3 kil. et 9 m.); celle de l'Aunette, de la vallée Glinchamp à Labosse (4 kil. et 8 m.); celle du rû de Pouilly, du val de Pouilly à Pouilly (4 kil. et 37 m.); celle de l'Esches, de Laboissière à Lardières (3 kil. et 27 m.); celle de la Gobette, du bois de Cauches à Dieudonne (2 kil., 5 et 24 m.); celle de la Troësne, du Merderon au Vallon d'Alleré (2 kil. et 25 m.).

Au XIVe siècle, la Béronelle, qui sourdait à Butenangle, s'assécha sur une demi-lieue, jusqu'au vallon de Bérone. La Celle, qui naissait au lieu dit *Moultru* (mauvais trou), ne coule actuellement qu'à partir des fontaines de Luce et du Pié, à Catheux, ce qui représente une distance de 10 kilomètres et une dénivellation de plus de 30 mètres. La source de la Brèche s'est déplacée de Noirémont à la Fontaine-au-But; le cours supérieur, d'environ un myriamètre, figure sur un plan dressé entre 1680 et 1690 (1).

Dans le Vimeu, la Trie est descendue successivement d'Ercourt à Rogean, puis à Bouillancourt; au XVIIIe siècle, le moulin du Chaussoy dut s'arrêter (2).

A droite de la Somme, la Germaine ne naît plus à Germaine. L'Omignon ne prend plus sa source près de Joncourt; des trois moulins qu'il animait, l'un, à Bihécourt, est démoli, l'autre, à Vermand, marche à la vapeur, le troisième, à Villévêque, ne fonctionne plus (3). La Cologne, qui commençait près d'Hargicourt, reste à sec jusque vers Roisel : pourtant, elle servit à transporter les pierres de l'église Saint-Fursy à Péronne, que l'on tirait des carrières du Ronssoy (4). La tête de la Tortille est descendue d'Etricourt à Manancourt; ses moulins tournaient encore vers 1860. Le Scardon, originaire jadis de Bussu, fournissait des eaux abondantes aux viviers des moines de Saint-Riquier (5). La Maye avait sa source à Fontaine-sur-Maye; à peine voit-on de l'eau aux environs de Crécy. Les sources de la Canche ont émigré de plus de

---

(1) *Archives départementales de l'Oise*, H. 1207.

(2) Prarond, *Histoire de cinq villes et de trois cents villages, hameaux ou fermes*. Abbeville, t. IV, 1865, p. 66.

(3) Albert Demangeon, *La Picardie*, p. 132.

(4) Vallois, *Péronne, son origine et ses développements*. Péronne, Quentin, 1880, p. 70.

(5) Prarond, *Histoire de cinq villes et de trois cents villages, hameaux ou fermes*, t. VI, p. 397.

10 kilomètres, de Gouy à Sars-le-Bois; et depuis une vingtaine d'années il y a pénurie d'eau de septembre à février.

Dans le versant côtier de la Seine-Inférieure, le Dun descendit en 1865, en une nuit, de Fontaine-le-Dun à La Gaillarde (1). Dans le bassin de l'Ourcq, la source principale de la Grivette était autrefois à l'étang de Macquelines, qu'elle contribuait alors à former, et qui était un des plus vastes du pays de Valois. Le vallon où elle a son point de départ se prolonge sous forme de ravine sèche, au Nord l'espace de 6 kilomètres jusqu'au delà de Lévignen, au Sud l'espace de $2^{km}5$ jusque près de Villers-Saint-Genest; sa principale source est actuellement proche du Bois-Milon (2). Dans le bassin de l'Aisne, le rû de Bonval tend à diminuer de volume et sa source descend depuis plusieurs années (3).

Il paraît exister une corrélation entre certains déboisements partiels et la descente des fontaines. La destruction des cèdres du mont Ida a bien entraîné la disparition du fleuve Scamandre, en Troade, qui était navigable du temps de Pline, et n'a pu être retrouvé par Choiseul-Gouffier (4)!

Naguère, la Bresle prenait ses eaux aux Fosses Quatresses, entre Criquiers et Formerie; au milieu du XIXe siècle, les habitants de Criquiers y venaient laver leur linge; mais actuellement, la source de la Bresle sort d'une prairie située entre le bois de Blargies et le bois Lequin; cette fontaine elle-même est intermittente, et la rivière ne devient permanente qu'au bas d'Hadancourt (5). L'assèchement des sources de Criquiers suivit le défrichement, opéré vers 1840, d'un grand bois situé sur Formerie (6). Le ruisseau d'Arriveaux reporta sa tête d'un kilomètre vers Breuil peu de temps après la destruction du bois de Cressy, en 1837 (7). Le défrichement de la forêt d'Arrouaise semble avoir été fatal à tous les cours d'eau qu'elle envoyait à la Somme et à l'Escaut. « Des vieillards, qui gardent le souvenir des grands défrichements accomplis pendant la première partie du dernier siècle,

---

(1) ALBERT et ALEXANDRE MARY, *Bulletin de Géographie historique et descriptive*, 1908, p. 143.

(2) MAURICE DOMMANGET, *La rivière d'Ourcq et ses affluents*, p. 76.

(3) EMILE GAILLIARD, *Hydrographie du département de l'Oise*, p. 92.

(4) P. DEHÉRAIN, *Cours de chimie agricole*, p. 379.

(5) ALBERT DEMANGEON, *La Picardie*, p. 132.

(6) *Id.*, p. 135.

(7) BUTEUX, *Esquisse géologique du département de la Somme*. Abbeville, Paul Briez, 1864, p. 109.

n'hésitent pas à leur attribuer un déclin marqué des sources, et beaucoup d'entre eux témoignent que la disparition de telle source coïncide avec la mise en culture de tel champ [1]. »

La non-contemporanéité et l'inégale valeur de la descente des sources font une fois de plus toucher du doigt l'inexistence des « nappes » hypothétiques des calcaires. Chaque venue d'eau y a son bassin d'alimentation propre, son régime particulier, son activité spéciale, son cycle évolutif indépendant, tout comme nos rivières extérieures : n'est-ce pas la meilleure identification qu'il soit possible de faire?

III. Disparitions de cours d'eau. — Le ruisseau de Bonneuil-le-Plessis, long de 11 kilomètres, mettait en mouvement l'usine à teinture de Bonneuil, rue du Moulin-à-Voide; il est indiqué sur un plan des Archives départementales de l'Oise du début du XVIIIe siècle (non sérié); vers 1740, la source était graduellement descendue de 3 kilomètres jusqu'au bois d'Esquennoy, et un plan de 1775 ne porte plus trace de cours d'eau. Sont disparus également les ruisseaux de Léglantiers ($3^{km}5$), de Richemont (3 kil.) et de Catelou (8 kil.), ex-affluents de l'Aronde, de la Gobette et de la Rille.

La Payelle (6 kil.) naissait à Remy (Oise), faisait tourner un moulin et s'écoulait vers Lachelle; sa source devint plus tard une fontaine intermittente dont l'eau paraissait avec abondance tous les cinq ans; il n'y a plus aujourd'hui ni fontaine ni ruisseau.

Le rû de Noirémont, ex-affluent de la Brèche complètement à sec, est marqué sur un plan dressé entre 1680 et 1690 [2]. Un autre filet d'eau anciennement tributaire de la même rivière, le rû de Maulers, figure sur un plan dressé en 1689 [3]. Le ruisseau de Buchy (7 kil.) prenait sa source près de Mortefontaine-en-Thelle; on a retrouvé vers 1840, dans une rue de ce village, les restes d'un lavoir enfouis sous trois mètres de terre et de cailloux [4]. Il y avait autrefois près de l'ancien cimetière d'Estrées-Saint-Denis une fontaine dite de Saint-Denis [5].

Les filets bleus qui, au-dessus de Ver (Oise), indiquent sur les cartes

---

(1) Albert Demangeon, *loc. cit.*, p. 135.

(2) *Archives départementales de l'Oise*, H. 1207.

(3) *Id.*, H. 1175

(4) Cf. L. Graves, *Topogr. géognost.*, p. 153, et Dr Th. Baudon, *Le Mont Sainte-Geneviève*. Schleicher, 1907, p. 29.

(5) V. Delie, *Notice communale*, 1899. Compiègne, imp. G. Bourson.

des cours d'eau, ne marquent, en réalité, que des lits temporaires presque toujours à sec et à l'origine desquels nulle source ne coule ; ce ne sont plus que des emplacements de courants par où passent seules les eaux d'orage ; il y a quelques années encore, on voyait dans le rû de Longuau un filet d'eau : même en hiver, on en voit à peine maintenant (1).

Les vieillards se rappellent avoir vu couler à pleins bords la rivière d'Etretat et un important affluent qui venait de Gerville : il ne reste de ces courants superficiels que le souvenir. Les puits de la vallée ont de 20 à 50 mètres de profondeur (2).

Près l'abbaye du Gard, au Nord-Ouest de Picquigny, la route d'Amiens traversait jadis un beau ruisseau, la Fontaine Markant. A Gricourt, au Trou-aux-Chiens près Pontruet, on signale des disparitions récentes de sources (3).

Sur le territoire de Warlancourt (canton de Bapaume), il y a, à l'Ouest du village, un lieu dit « *les Fontaines* » où l'eau a jailli deux fois en trente ans ; ces sources, et bien d'autres entièrement taries, alimentaient un ruisseau qui se déversait dans l'Ancre à Miraumont, et ne coule plus depuis cinquante ans. Dom Grenier cite un autre ruisseau, qui n'existe plus, dans la vallée d'Acon (4).

Au XIVe siècle naissait à Canchy une petite rivière qui alimentait les fossés du château de Neuilly-l'Hospital.

La Naourde, qui arrosait Naours, est à sec depuis plus d'un siècle, et son lit ne s'emplit que lors des grands orages, qui font affluer un véritable torrent sous le pont voisin de l'église (5).

« Au village du Pont-de-Metz, près Amiens », nous écrit M. L. Delambre, « la fontaine dite du *Lucy*, dont l'excellence des eaux avait été reconnue par Belgrand qui en avait fait l'analyse, est aujourd'hui abandonnée. M. Riquier, conducteur des Ponts et Chaussées, l'ayant fait curer vers 1868, y trouva divers objets parmi lesquels une statuette d'enfant, amulette de terre blanche. A Guerbigny, sur l'Avre, une fontaine qui sourdait au pied d'un coteau crayeux fut curée sur tout son parcours sans résultat. On a observé le même fait à Daours, près Cor-

---

(1) Dr L.-J. Moreau, *La Nonette et la Thève*. Senlis, 1908, p. 8.

(2) *Journal d'Amiens* (11 février 1903).

(3) Albert Demangeon, *La Picardie*, p. 132.

(4) Buteux, *Esquisse géologique du département de la Somme*, p. 109.

(5) E. Danicourt, *Les souterrains-refuges de Naours (étude précédée d'une notice sur le village de Naours)*. Amiens, imp. Yvert et Tellier, 1906, p. 2.

bie, où nombre de fontaines fournissaient assez d'eau pour faire tourner un moulin au lieu dit *Calènes*. Plusieurs *sont taries complètement*, et, en fouillant le fond desséché de l'une d'elles, j'en ai exhumé un fort ciseau remarquablement bien taillé : cet usage a pu être général à la fin de l'époque néolithique, car, dans la forêt de Saint-Michel, vers Anor, dans la Fontaine dite *à l'argent*, j'ai retiré un ciseau en silex poli (1). »

Aux environs de Lihons-en-Santerre, « il y a lieu de croire que des sources apparaissaient autrefois à Fontaines; aujourd'hui, les plus proches ne sont visibles qu'au débouché du vallon, à Froissy (2). »

Relation des faits précités avec les théories proposées. — La fuite des sources, telle que nous venons de la situer dans le *temps*, achève de ruiner toute extension de la thèse si ingénieuse de M. Houllier (3). Ayant sévi avec une égale intensité, sans à-coups sensibles, depuis les premiers âges de notre espèce, elle échappe à l'argumentation de ce savant pour qui « les centaines de sources des vallées principales et affluentes de la Somme auraient, *au même moment* et sans graves secousses sismiques, *commencé* à disparaître ». Il faut voir sans réserve, dans le dessèchement subaérien de notre région, un processus dont quelques étapes circonscrites subissent le contre-coup des agissements humains — déforestation, culture, etc., — mais dont l'essence a toujours été et demeure purement météorologique et géologique.

CHAPITRE VI.

Ruissellement et déchéance hydrographique.

Ruissellement torrentiel. — Belgrand pose en principe que le rapport entre les grandes eaux d'une rivière et ses eaux ordinaires est constant, et qu'à une diminution persistante des premières correspond une réduction parallèle des secondes. A la lumière de cette loi, les renseignements recueillis sur les crues des cours d'eau du Nord-Ouest français eussent pu contribuer à fixer la chronologie régionale du dessèchement pendant la période historique. Mais la formule de Belgrand ne semble pas devoir s'appliquer à des laps de temps aussi

(1) *Lettre aux auteurs* (10 janvier 1909).
(2) L. Delambre, *Excursion à Lihons-en-Santerre*, 1905.
(3) V. ante, pp. 24 et suivantes.

restreints. Bien plus : il n'existe, entre les variations profondes de l'hydrographie pérenne et celles du *régime apparent* des eaux courantes, soumis à toutes les vicissitudes pluviométriques, qu'un lien fort lâche. Les pays riches en torrents sont pauvres en rivières. Elisée Reclus faillit, au pied de l'Himalaya, être surpris par la subite colère d'un cours d'eau dont le lit était à sec quelques minutes auparavant. Dans le bassin du moyen Nil, le plateau abyssin est creusé de thalwegs qui, dans les conditions actuelles, sont arides en moyenne cinq jours sur six, et qui, secs le matin, peuvent gronder à midi, pour s'assécher au couchant.

En citant ces exemples, notre intention n'est point d'assimiler nos contrées à des pays dont l'orographie, la minéralogie et la météorologie sont si différentes des nôtres. Et pourtant, en dépit de ces divergences, ne voyons-nous pas, lors des grandes pluies ou de la fonte brusque de neiges abondantes, nos vallons secs s'animer et livrer passage à des flux redoutables ? Le moindre orage change en rivières furieuses les cavées de la vallée de la Canche, et plusieurs « riots » du Cambrésis, dit M. A. Demangeon, méritent la même mauvaise réputation que certains torrents de montagnes.

Les hauteurs argileuses des environs de Marseille-en-Beauvaisis ont été souvent éprouvées. Le village de Fontaine-Lavaganne, construit jadis dans le creux d'Herboval, fut emporté par une de ces inondations ; en 1645, Marseille lui-même fut détruit de fond en comble : les registres de l'abbaye de Beaupré mentionnent des débordements qui renversaient les bâtiments et les murs. En juin 1746, le ravin d'Ainval fut envahi ; les habitants durent se réfugier dans leurs greniers (1).

Les chanvrières d'Hangest-sur-Somme furent, en juillet 1792, embourbées par un déluge boueux (2).

Dans un faubourg de Beauvais, l'église Saint-Jacques, située en contre-bas d'une ravine, pâtit souvent des orages qui transformaient celle-ci en courant impétueux ; cela occasionnait de grosses dépenses aux chanoines, qui, au milieu du XVIIIe siècle, présentèrent une requête au Conseil du roi pour qu'il fût porté remède à cette cala-

---

(1) L. Graves, *Précis statistique des cantons de l'Oise*, pp. 4 et 5, et Emile Gailliard, *Hydrographie du département de l'Oise*. Compiègne, imp. A. Mennecier, 1889, pp. 70 et 71.

(2) Duchaussoy, *Météorologie du département de la Somme*. Amiens, Piteux, édit., 1892.

mité [1]. Également aux portes de Beauvais, la jolie ravine de Saint-Symphorien (ou du Fromentel) laissait passer par moments, au XVIIe siècle, des eaux assez abondantes pour entraîner des blocs de pierre qui démolissaient, de temps à autre, les piles du pont Saint-Jean, près duquel elles venaient se jeter dans l'Avelon [2]. En 1748 et juin 1749, les faubourgs Saint-Jacques et Saint-Jean furent particulièrement dévastés par les eaux des ravines [3].

Parmi les « riots » les plus dangereux, on mentionne l'Erclin, qui recueille les eaux sauvages jusqu'à Mauroy et Honnechy; ses inondations terribles, lancées par une forte pente entre Saint-Waast et Inchy, ont maintes fois dévasté Iwuy et d'autres localités voisines. L'ouverture de toutes les écluses demeure impuissante à maintenir cette trombe dans le lit de l'Escaut, et la vallée entière est submergée [4].

Le fossé de dérivation de Troissereux et les plantations de Froissy (Oise), le *canal des Torrents* de Bohain (1741-1748) sont autant d'ouvrages de défense contre ces irruptions, qui causent de temps à autre des irrégularités anormales dans le débit des rivières.

Crues et inondations. — En février 1635, à la suite d'un brusque dégel, de grandes eaux couvrirent la vallée de la Somme, à Amiens, pendant une semaine, ruinant les routes et ébranlant les maisons. Vingt-trois ans après, presque jour pour jour, la capitale de la Picardie fut dévastée par une autre « avalasse » semblable, qui entraîna les ponts, effondra les murailles, renversa les moulins.

En janvier 1757, les flots de l'Authie et de la Grouche se précipitèrent à travers les rues de Doullens (Somme) : il fallut curer tous les fossés emplis de limon [5].

En février 1784, après deux mois et demi de gelée et un mois de neige, le cataclysme se généralisa dans tout le bassin de la Somme, pour se renouveler en 1820, 1823, 1841 et 1891.

Beauvais surtout, dont la plupart des rues sont parcourues par des cours d'eau (aujourd'hui couverts), eut à souffrir du renouvellement fréquent de tels phénomènes. En 1438, à la requête de l'évêque, mission fut confiée au bailli de Senlis et au prévôt d'Angy, de faire une

---

(1) Marsaux, *Variétés archéologiques*, 1900, p. 25.

(2) Albert et Alexandre Mary, *Notes sur le Bray*, 2e tirage, p. 31.

(3) *Archives communales de Beauvais*, DD. 39.

(4) Dehaisnes, *Annales de Saint-Bertin et de Saint-Vast*. Paris, Renouard, édit., 1871, pp. 5 et 6.

(5) Delgove, *Histoire de la ville de Doullens*. Amiens, 1865, pp. 183 et 184.

enquête sur l'inondation de la rue Saint-Gilles, hors Beauvais (1). En 1488, les moulins, assaillis par des remous furieux, s'écroulèrent, et il y eut huit pieds d'eau au-dessus du chemin de Bretagne (2). En 1583, le faubourg Saint-Quentin fut envahi (3). Les 4 et 14 février 1635, le Thérain déborda dans une partie de la ville (4). En février 1658, par suite de dégel après cinq semaines de très fortes gelées, la rivière se gonfla d'une manière effrayante, rompit digues, relais, arcades, chemins et fortifications, et s'étendit dans plusieurs quartiers qu'elle rendit inaccessibles quatre jours durant (5). En décembre 1662, les ponts furent à demi détruits. Trente ans plus tard, en février, la chaussée de Saint-Just et le pavé de Beauvais furent littéralement labourés, et les ponts gravement endommagés (6). Les années 1729 et 1751 se signalèrent par de nouvelles ruines (7). Le 23 janvier 1757, une forte pluie ayant fondu toutes les neiges, les eaux sauvages firent déborder le Thérain qui couvrit les faubourgs Saint-Just et Saint-Quentin ainsi que presque toutes les rues de la cité, sur près de deux mètres de hauteur. La rivière commença de baisser le même jour, à 4 heures du soir, et s'écoula pendant la nuit (8). Le 21 pluviôse an IX, le Conseil municipal de Saint-Just-des-Marais exprimait le désir de « savoir ce qui avait été résolu à l'égard des pétitions présentées au Préfet les 8 prairial an VIII et 1er nivôse an IX par le Maire et l'Adjoint, relativement aux inondations auxquelles les habitants restaient exposés.... Se rappelant toujours toute l'horreur des eaux, desquelles les habitants ont été si souvent et si malheureusement victimes », il priait le Préfet de prendre sans retard ces demandes en considération (9). Et pour finir, en février 1910, tandis que l'Avelon coupait la ligne du chemin de fer près du bourg de Saint-Paul, les maisons ouvrières de Saint-Jean et Saint-Just-des-Marais furent inon-

---

(1) *Archives communales de Beauvais*, AA. 1, f° 163.

(2) *Inventaire de la collection Bucquet-Auxcousteaux* (Bibliothèque de la ville de Beauvais), t. XXVI, p. 347.

(3) P. Leborgne, *Précis historique sur Beauvais*, 1908, p 81.

(4) *Archives communales de Beauvais*, BB. 41.

(5) *Id.*, BB. 47.

(6) *Id.*, DD. 39.

(7) P. Leborgne, *Précis historique sur Beauvais*, p. 98.

(8) De la Rue, in *Recueil de documents inédits concernant la Picardie*, publiés (d'après les titres originaux conservés dans son cabinet) par Victor de Beauvillé, 2e partie, Imp. Impériale, 1867.

(9) *Archives départementales de l'Oise*, série S^3.

dées, et le fond plat de la vallée entre la route de Rouen et les hauteurs de Saint-Symphorien présenta pendant plusieurs jours l'aspect d'un lac.

Ce sont là de passagers déchaînements imputables au ruissellement superficiel, et qui n'ont guère ressuscité les sources mortes ni sensiblement grossi la plupart des fontaines en activité. Les crues des rivières collectrices procèdent des mêmes causes : leur progressivité, leur plus grande durée proviennent de ce que les affluents, drainant des zones souvent très différentes au point de vue météorologique, lithologique et tectonique, n'entrent pas en crue simultanément. En réalité, lors de ce qu'on nomme improprement « grandes crues », les rivières pérennes prêtent simplement leur thalweg aux eaux sauvages. Leur débit réel n'est pas en cause, ou ne l'est pas dans la proportion que l'on pourrait croire.

Nous donnons ci-après, à titre documentaire, quelques évaluations relatives aux cours d'eau de la région étudiée (1) :

Bassins.	Rivières.	Étiage.	Eaux ordinaires.	Grandes eaux.	Rapport des colonnes 3 et 5.	Observations.
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
		Litres.	Litres	Litres.		
Somme.	Airaines.	360	420	450	4/5	Le débit moyen des rivières de la contrée est médiocre; pour obtenir un débit unitaire, il faut un bassin d'alimentation *trois fois plus étendu* dans le N.-O. de la grande cuvette parisienne que dans la Suisse normande.
Id.	St-Landon.	110	150	175	3/5	
Ourcq.	Gergogne.	350	450	600	3/5	
Selle.	Bief.	75	120	160	1/2	
Bresle.	Liger.	120	260	300	2/5	
Authie.	Gézaincourt.	90	180	270	1/3	
Somme.	Hallue.	60	100	250	1/4	
Seine.	Seine (à Paris).	60 000	130 000	1 350 000	1/25	

(1) Les éléments des colonnes 1 à 5 sont empruntés à :
Albert Demangeon, *La Picardie*, p. 128;
Albert de Lapparent, *Traité de Géologie* (1883), p. 201;
Maurice Dommanget, *La rivière d'Ourcq et ses affluents*. Compiègne, Decelle, édit., 1906.

Notre pensée sera complètement traduite quand nous aurons avoué notre hésitation à partager l'avis de Belgrand sur la diminution problématique des crues historiques de la Seine. Au lecteur de trancher la question d'après les renseignements portés au tableau suivant :

Aisne.			Oise.			Seine.		
Années.	Cotes à Vic.	*Observations.*	Années.	Cotes à Creil.	*Observations.*	Années	Cotes à Paris.	*Observations.*
						583	»	Relatée par Grégoire de Tours
						821	»	
						886	»	
						1196	»	
						1288	»	
						1296	»	
						1540	»	
						1615	9m04	Quelques ouvrages indiquent 8m04 seulement.
						1649	7,65	
						1651	7,83	
			1658	»	Comblement de l'étang de Gouvieux et destruction de l'île de Creil.	1658	8,80	Relatée dans la *Gazette* de mars 1658. Un des ponts de l'Isle-Notre-Dame est emporté.
1663	»	Des maisons sont entraînées; le château d'Attichy est renversé.						
						1690	7,55	
						1711	7,62	
						1740	7,92	
1784	7m50		1784	8m00				
						1802	7,45	
1811	»							
			1837	»		1837	7,00	
1846	»							
			1850	»		1850	6,05	
1872	»		1872	5,72				
						1876	7,35	Du 7 au 17 mars, 800 maisons sont détruites.
			1879	5 62				
1882	»							
1910	»		1910	5,57		1910	9,35	

En tout cas, la réduction des crues serait-elle appréciable depuis le VIe siècle, qu'elle n'aurait, nous l'avons vu, qu'une relation douteuse avec la déchéance hydrographique elle-même. Elle indiquerait seulement une déchéance de certains accidents météorologiques.

Qu'il nous soit permis d'ajouter que, malgré des fluctuations inévitables, l'importance des grandes crues nous paraît au contraire être restée sensiblement sur le *statu quo* depuis le moyen âge, attestant un *statu quo* météorologique, pendant lequel se sont activement poursuivies, sous l'influence de causes *géologiques*, la décadence des rivières et la disparition des sources.

CHAPITRE VII.

La « Faillite de l'Eau ».

Conséquences industrielles et commerciales. — Le « devenir » vers lequel nous marchons à grands pas ne peut inspirer, pour la Normandie et la Picardie comme pour tant de provinces de l'ancien et du nouveau monde, que des craintes fort graves. L'eau y est nécessaire à irriguer des prairies renommées pour leur excellence, à faire tourner d'innombrables moulins.

Et ce n'est là qu'une face de la question. Larges courants et modestes ruisselets, torrents grondeurs des montagnes et calmes rivières des plaines, sont devenus ou appelés à devenir, sans distinction, l'universelle source de cette énergie électrique qu'un fil porte intégralement à des centaines de lieues, et dont les étonnantes applications modernes ne sont que l'annonce des merveilles dont sera témoin l'humanité future ! Or, la force hydro-électrique se dérobe avec l'eau, et toute rivière souterraine dépense, sans profit pour nous, une somme d'efforts dynamiques dont nous ne pouvons nier l'importance.

Pour suppléer ce moteur qui décline et sera, un jour, presque inutilisable, on aura recours à la chaleur solaire (elle-même en très lente décroissance), au vent, aux vagues, aux marées, — autant d'énergies que l'on soupçonne à peine. Peut-être quelques établissements hydrauliques se bâtiront-ils sur le parcours des rivières du sous-sol, et l'on préservera soigneusement, autant que faire se pourra, les conduits souterrains avoisinants, de tout affouillement capable de compromettre la stabilité du niveau, de l'orientation et du débit.

Quant à la culture et à la végétation, on aura deux ressources pour les sauvegarder : 1° l'irrigation, à la faveur des eaux remontées à la surface par des machines élévatoires; 2° l'augmentation de la tension hygrométrique de l'atmosphère. Nous avons montré, en 1905, avec notre *hygrocondensariscope*, que des décharges électriques tendent à précipiter la vapeur d'eau aérienne (1). En 1907 et 1908, MM. Lodge et Dibos ont condensé d'épais brouillards sur un rayon de 150 à 200 mètres. Il n'y aurait rien de surprenant que, sur les points élevés, soient installés des postes électriques préposés à la transformation des conditions météorologiques locales.

Canaux trop difficiles à remplir et fleuves réduits à leur plus simple expression, seront remplacés par l'emploi exclusif du machinisme.

Exode des populations. — Certains économistes ont rapporté avec insistance le dépeuplement des campagnes à la naissance d'ambitions et de désirs sans précédents, parmi les plus humbles classes sociales. Nous ne savons si ce facteur agit directement d'une manière appréciable, et la sonorité des mots employés pour le faire valoir nous inspirerait plutôt une prudente réserve. En supposant qu'il agisse, il ne vient certainement qu'en dernier lieu, du moins pour le pays que nous envisageons. Déjà M. Albert Demangeon, moins ardemment psychologue, mais plus positif, a cru pouvoir attribuer la dépopulation des champs à la disparition des petites industries : le village revient à la vie pastorale et au travail de la terre, et les ouvriers vont vers les villes où prospère la grande industrie (2). Il reste à faire une rectification à cette formule : les habitants des centres ruraux émigrent à la fois vers les centres urbains *et vers les centres ruraux des vallées*, où le développement de la culture maraîchère et de l'industrie (grande ou petite), l'abondance de l'eau considérée comme liquide usuel, la facilité des communications, créent un enchaînement de commodités et de débouchés dont la cause première est *l'eau*.

Pourquoi, dès lors, ne pas revenir simplement à Elie de Beaumont et à Elisée Reclus, et ne pas reconnaître une fois pour toutes que les sommets sans cours d'eau permanents et les plateaux arides s'asséchant de plus en plus, sont autant de « pôles répulsifs »? — Affirmer que les villes attirent les habitants serait mettre, selon l'expression popu-

---

(1) *Evolution et transformisme*, t. III. J. Rousset, Paris, 1907, p. 253.
(2) *La Picardie*, p. 410.

laire, « la charrue avant les bœufs ». C'est l'afflux des habitants qui a créé les villes et qui préside à leur accroissement. Sinon, nous n'avons plus le droit de nous refuser à admettre que les roues de nos usines hydrauliques ont déterminé l'emplacement des rivières !

L'eau dirige donc la chorologie régionale de notre espèce. Où se produit une évolution hydrographique sensible, il y a une évolution chorologique parallèle : les populations descendent avec les sources, et s'évanouissent avec les cours d'eau dont l'existence avait primitivement causé leur groupement (1).

Quelques chiffres feront ressortir la rigueur de ce principe.

Sur plus de cent communes de l'arrondissement d'Amiens ayant souffert de la dépopulation de 1804 à 1851, une quinzaine seulement sont au bord ou dans le voisinage des rivières, contre près de quatre-vingt-cinq localités du plateau; c'est aussi parmi ces dernières que la proportion est la plus forte, puisque trente d'entre elles ont diminué de 30 à 50 %, rapport qui n'est atteint que par *une seule* commune des vallées. Pendant le même laps de temps, cent cinquante centres environ — toujours dans l'arrondissement d'Amiens — ont bénéficié d'un accroissement de population : parmi eux, soixante seulement appartiennent au plateau, et nonante reviennent aux rivières ; sur vingt-deux communes ayant augmenté de plus de 50 %, seize, soit plus des $^2/_3$, jalonnent les cours d'eau. La vallée de la Somme ne compte que deux centres de diminution, tandis qu'elle réunit trente centres d'accroissement.

De 1851 à 1901, dans le département de la Somme, on a noté trois cents points où le fléchissement de la population a été de 30 % et au-dessus ; il n'y en a que quatre-vingt-cinq sur les rivières, — c'est-à-dire largement moins du tiers. Inversement, on a relevé trente-cinq localités ayant augmenté de 30 % et plus : vingt-deux sont arrosées par des cours d'eau, — c'est-à-dire plus des $^3/_5$.

La population du pays de Bray (région rurale dotée de nombreux petits cours d'eau) est à peu de chose près stationnaire depuis cinquante ans; il s'y dessine même des centres et des groupes d'accroissement, tels Forges, Gournay, Neufchâtel ; quelques villages, comme La Chapelle-aux-Pots (918 hab.) ont grossi de plus d'un quart en deux tiers

---

(1) Albert et Alexandre Mary, *Essai sur les rapports de l'évolution hydrographique quaternaire et de la chorologie humaine.* (C. R. du Ve Congrès préhistorique de France.)

de siècle; d'autres, comme Rainvillers (593 hab.), ont gagné près d'un tiers en une quarantaine d'années.

Sur le parcours des grands cours d'eau, l'extension des communes prend un caractère fébrile. En soixante ans, les cantons de Beauvais (30,247 hab.) ont augmenté de 8,158 habitants; celui de Mouy, de 1,100 habitants; celui de Creil, — au confluent du Thérain et de l'Oise, — de 19,980 habitants!

Au contraire, les quatre cantons de la contrée qui souffrent le plus du dessèchement sont le théâtre d'un exode effrayant. Le canton de Crèvecœur comptait 12,179 habitants en 1847; il était tombé à 11,268 en 1870, et n'en avait plus, en 1907, que 7,318, soit une perte de 4,861 unités (un tiers!) en une soixantaine d'années. Aux mêmes dates, les chiffres des trois autres cantons ne sont pas moins éloquents : celui de Breteuil est passé de 13,665 à 12,803, puis à 10,560, soit une diminution de 3,105 (un quart); celui de Froissy, de 8,767 à 7,487 et à 5,563 : diminution de 3,204 (un tiers); celui de Maignelay, de 9,766 à 8,497 et à 7,378 : diminution de 2,388 (un quart) (1).

Il n'est pas utile d'imaginer un grand nombre de pareilles périodes pour que soit réalisée la crainte que nous exprimions il y a quatre ans, dans nos *Notes sur le Bray* (2), de voir *le plateau de Picardie se transformer en désert!*

L'influence chorologique de l'hydrographie s'affirme d'ailleurs en des conditions toutes différentes de celles que nous offre le Nord-Ouest du bassin de Paris. Là, ce sont les points élevés qui se dépeuplent au profit des vallées plantureusement arrosées. Dans le Condroz (Belgique), M. le Prof^r Stainier a mis en lumière un fait diamétralement opposé. « Presque tous les villages », dit-il, « sont cantonnés dans les sites qui semblent, au premier abord, leur convenir le moins : *au sommet des plateaux* qui recouvrent les protubérances des psammites, où ils sont battus par les vents froids et éloignés de leurs meilleures terres. Cette situation est due au régime hydrologique. *Sur ces plateaux*, en effet, *l'eau*, retenue par la couche d'argile détritique, *est près de la surface*, alors que dans les vallées de calcaire carbonifère, les roches, extrêmement fissurées, laissent passer les eaux avec facilité.... Les nombreux ruisselets nés sur les flancs des rides de psammites s'écoulent, suivant la pente, jusqu'au moment où ils arrivent sur les bancs de

---

(1) ALBERT et ALEXANDRE MARY, *loc. cit.*

(2) 2e tirage, J. Rousset, édit., Paris, p. 33.

calcaire. Le plus souvent, ils s'engouffrent dans les crevasses du calcaire ou dans les *aiguigeois*, *chantoirs* et *agolinas* (1). »

Le règne de la soif. — Pour les habitants de la Picardie, du Thelle et du pays de Caux, la recherche de l'eau est la préoccupation dominante. Les puits ne tournent la difficulté que trop imparfaitement. Ce sont bien, comme dit E.-A. Martel, « un pis-aller ». De plus, ils sont rares. La moyenne varie de 1 pour 15 habitants (à Quilen, canton d'Huqueliers), à 1 pour 150 habitants (à Ferfay, canton de Norrent-Fontes). Autour d'eux se pressent les maisons : la nécessité d'avoir l'eau à proximité conduit les gens à se grouper. Vient-on à en accroître le nombre ? Quand on a surmonté les obstacles financiers que crée leur dispendieux établissement, on s'aperçoit que cette quantité est hydrologiquement limitée, et que les forages se nuisent réciproquement. Lorsqu'à Happlaincourt, village de la vallée de la Somme, on construisit un nouveau puits, on dut approfondir ceux de Villers-Carbonnel, commune du plateau voisin (2). Heureux encore quand leur creusement n'a pas été confié à quelque ingénieur nappiste qui s'obstine, au nom de ses croyances hydrauliques, à perforer un plein de roche compacte d'où il est impuissant à faire jaillir le plus mince filet d'eau !

Dans certaines localités de l'Oise et de la Somme, les puits sont la propriété de plusieurs feux, qui seuls ont le droit d'eau ; les réparations de la corde se paient en commun. Souvent, l'entretien et la protection des puits prennent l'importance d'un service public ; jadis, à Sains, à Saint-Sauflieu, à Grattepanche, un homme par commune était chargé de veiller à l'entretien des cordages (3). La coutume de Brucamps (1507) réglait déjà que les réparations aux puits se font à frais communs et que les dépenses sont réparties par les marguilliers de la paroisse sur les manoirs et masures (4). A Gerberoy, bourg perché sur un roc à la lisière septentrionale du Bray, et centre d'une foire autrefois très renommée, il n'y avait qu'un seul puits; et comme on craignait de le voir tarir le jour du grand marché annuel, — qui tombe fin septembre, — le juge de paix en gardait la clef.

---

(1) X. Stainier, *Monographie agricole de la région du Condroz*, 1900. — Voir aussi : Ernest van den Broeck, *Le dossier hydrologique du régime aquifère en terrains calcaires*. (Bull Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, t. XI fasc. V, 1901. p. 486.)

(2) Albert Demangeon, *La Picardie*, p. 148.

(3) *Id.*, p. 147.

(4) *Archives nationales*, DIV*bis*, 17, 284, 26.

Maints villages au Nord du département de l'Oise éprouvent une disette d'eau si prononcée, qu'il est rigoureusement dressé procès-verbal à quiconque emporte, du territoire d'une commune sur celui d'une autre, ne serait-ce qu'un seau du précieux liquide (1) !

En été, quand baisse ou s'épuise l'eau des forages, la situation s'aggrave encore. Des bourgades élevées des plateaux descendent alors vers les sources et les vallées, des voitures portant un grand tonneau, qui s'en vont chercher l'eau du bétail. De Maimbeville, on se rend à Fitz-James (à plus de 2 lieues). « D'Ansauvillers, on descend à Bulles ou à Breteuil. De Marquivillers, on fait le voyage de Saint-Anvin, à deux heures de chemin ; de Royaucourt et de Ferrières, on se rend à la rivière de Montdidier.... On conçoit que de pareils voyages, à 4, 5, 6 et même 10 kilomètres, soient épuisants et ruineux (2). »

Tel est l'état de choses *actuel*. Que nous réserve l'avenir ?... L'enfouissement croissant et le cours souterrain prolongé des eaux les chargeront d'une proportion de plus en plus considérable de sels minéraux. Il faudra soutirer les masses liquides de leurs réserves cachées, puis les approprier aux exigences des usages domestiques, et surtout de l'alimentation. L'eau, substance manufacturée, aura ses centres spéciaux de production et sera expédiée dans un rayon plus ou moins étendu. Il en fut ainsi dans l'isthme de Suez, au début des travaux du canal. On se procurait de l'eau douce en distillant l'eau salée de la mer et du lac Menzaleh : la tonne apportée de Damiette coûtait 5 francs ; la tonne distillée à Port-Saïd en coûtait 25 (3). Avant la création du canal d'eau douce, on conservait, à Suez, l'eau dans des boîtes en fer, comme sur un bâtiment au cours d'une longue traversée. La ville n'avait pas un seul arbre, un seul brin d'herbe, une seule fleur ; et il y avait bien des gens qui naissaient et qui mouraient sans savoir ce que c'est que la verdure et la végétation. Par une suite nécessaire, le marché à l'eau avait pris un développement exceptionnel, et elle s'y vendait parfois à des prix exorbitants. Dans certaines époques d'affreuse disette, le litre d'eau se payait jusqu'à 30, 40 et 45 centimes, et encore n'en avait-on pas à discrétion (4).

Sans doute, comparaison n'implique pas identification. Mais quelles

---

(1) Renseignements communiqués par M. Mahieux, de Catenoy.

(2) Albert Demangeon, *La Picardie*, p. 149.

(3) Elie Sorin, *Suez*. P. Brunet, édit., 1870, p. 142.

(4) Cf. Barthélemy-Saint-Hilaire, *Lettres sur l'Egypte*.

seront, dans quelques centaines, dans quelques milliers d'années, les conditions matérielles de l'existence dans nos fertiles régions, alors que « la lutte pour la soif, si âpre au point de vue sanitaire et microbien, le deviendra bien davantage même au seul point de vue quantitatif (1) » ?

Comment remédier au mal ? — D'après E.-A. Martel, notre « seule arme » contre le danger terrible entrevu serait le *reboisement* (2). Cette réaction contre une action séculaire est-elle réalisable dans la France du Nord-Ouest ? On ne saurait l'affirmer. La simple préservation des eaux potables n'a-t-elle pas déjà révélé toutes les difficultés qui s'amoncellent devant l'accomplissement des prescriptions les plus conformes à l'intérêt commun ? Que l'on lise seulement le très curieux opuscule de M. Martel : *A propos de la loi sur la santé publique* (3), ou son plus récent *Appel aux Maires* (4), et l'on excusera nos incertitudes.

La surface exiguë qui, cultivée, suffit à nourrir une famille, ne fait pas vivre un homme si elle est boisée. Par suite, pour le paysan intéressé non moins que pour le paysan pauvre, « l'arbre est un ennemi personnel, un usurpateur occupant à son préjudice un terrain capable de production, et que sa présence frappe de stérilité.... Partout, la même pensée a animé les destructeurs d'arbres : tirer parti du sol sans se soucier du lendemain. Il faut pourtant admettre que les forêts sont nécessaires à l'économie rurale, et que les grandes agglomérations ont besoin d'air et de lumière, de larges espaces pour pouvoir respirer. Dans les montagnes, l'Administration des Forêts travaille avec succès à réparer les dégâts commis, mais *à Paris et aux environs, la déforestation se poursuit avec une âpreté de plus en plus grande* (5). » Et l'exploitation destructive (*Raubwirtschaft* des Allemands) vient ajouter ses ravages à ceux du défrichement calculé.

Les forêts, contestera-t-on, ne servent plus à rien au point de vue utilitaire. « On se chauffe avec la houille ou le coke; on construit de plus en plus en fer; les locomotives de la Russie méridionale brûlent

---

(1) E.-A. Martel, *La Géographie*, 15 mars 1903, p. 219.

(2) *Les tunnels de Minerve et la déchéance hydrologique des calcaires*, 1905, p. 8. — *La Marche à la Lune*. (C. R. du Ier Congrès de l'Arbre et de l'Eau, 1905.)

(3) Extrait des *C. R. de l'Association française pour l'avancement des sciences*, *Congrès de Cherbourg*, 1905.

(4) In *Le Matin*, 22 février 1908.

(5) Charles Rabot, *La Géographie*, 15 mars 1904.

du pétrole. Bref, le bois ne semble plus être le produit indispensable qu'il a été durant de longs siècles... Détrompons-nous, le bois est plus que jamais indispensable au monde industriel moderne : boisage des mines, traverses de chemins de fer, wagons, pâtes à papier, etc., tous les grands champs d'activité, depuis l'exploitation de la houille jusqu'au développement de la presse, en impliquent une consommation grandissante. Jamais, dans l'histoire de l'humanité, les arbres n'ont été l'objet d'une convoitise plus raisonnée, et disons-le aussi, plus avide (1). »

« Avec le dernier arbre », s'est écrié Michelet, « disparaîtra le dernier homme ! »

« L'arbre et l'eau », dit encore M. Martel, « sont deux entités étroitement unies dans une solidarité telle que, sans l'arbre, il n'y aurait point d'eau, sans eau point d'arbre, et que leur indissoluble dualité constitue l'agent essentiel de la vie terrestre, végétale, animale, humaine ! L'arbre et l'eau, c'est l'hygiène, c'est la santé, c'est l'agriculture, c'est l'industrie, c'est l'existence des peuples (2) » !

* * *

Après le reboisement, mentionnons un second palliatif, proposé, dès 1903, par M. Martel (3) : *la généralisation des explorations spéléologiques*, pour la connaissance, l'amélioration et l'utilisation des réceptacles d'eau douce.

Il y a, en effet, dans la science du sous-sol un préservatif sérieux.

Beaucoup de venues d'eau doivent leur diminution, leur disparition même, à de simples *fuites souterraines* (4) qu'il serait facile d'aveugler. A Montdidier, la source des Blancs-Murets, qui débitait, il y a trente ans, de 15 à 20 litres par seconde, s'était tarie. On reconnut bientôt que le support avait été traversé, à quelques mètres de la résurgence, par ablation du calcaire. On remit le substratum en état, et la source redonna plus de 4 000 mètres cubes par jour (5). Les fontaines d'Ayencourt, taries en amont du Monchel (Somme), ont été retrouvées de même en un point où l'eau a toujours été de $1^{m}50$ supérieure au

---

(1) H. Blanchard, *Sauvegardons nos richesses*. (Bulletin officiel du Touring-Club de Belgique, mai 1906.)

(2) *La Marche à la Lune*, p. 3.

(3) *C. R. de l'Académie des Sciences* (séance du 2 mars).

(4) V. ante.

(5) Cf. *Journal d'Amiens* (11 février 1903).

niveau de tous les points aquifères voisins. En observant les caractères lithologiques, le pendage, le mode de plissement et de fissuration des couches traversées ou servant de supports, il est aisé de déterminer la position des points faibles où les fuites ont pu se produire; souvent une simple tranchée peu profonde suffit à les mettre à nu, et il ne reste qu'à réparer l'aqueduc naturel, comme s'il s'agissait d'une conduite faite de main d'homme.

*
* *

Nous ne pourrons certes pas empêcher la Terre d'absorber lentement son enveloppe liquide, et peut-être la majeure partie de son atmosphère.

La Lune est un exemple frappant de notre évolution cosmique future. Sur sa surface, on remarque un grand nombre d'avens, élargissements circulaires formés sur le trajet ou à l'intersection de rainures dont la grande fissure d'Hyginus est l'une des plus considérables. Par ces entonnoirs, les eaux ont dû pénétrer à une époque antérieure dans les couches profondes de l'écorce lunaire ([1]). Le temps de Josué est passé : nous n'arrêterons pas notre « marche à la Lune » !

Mais ce qu'il est en notre pouvoir de retarder, ce sont les stades locaux, parfois d'une déconcertante rapidité, du dessèchement continental.

Retenir l'eau sur la verdoyante surface de nos régions; ici, et partout où besoin serait, garantir à la grande famille humaine une évolution exempte de combats matériels au-dessus de ses forces; entraver, pendant que cela est encore possible, une déchéance qui serait demain un irréparable désastre : ne serait-ce pas faire preuve d'une sage prévoyance et d'un sincère amour de ses semblables? Ne serait-ce pas ajouter une page resplendissante à l'histoire de la grande lutte que l'esprit de l'homme a dû livrer, depuis les époques les plus reculées, aux forces naturelles, et consacrer l'un des plus beaux triomphes qu'il lui aura été donné de remporter jusqu'au jour lointain où, selon les paroles du professeur Edmond Perrier, les rayons du soleil ne seront plus assez ardents pour accomplir leur œuvre de vie?

Puisque nous tenons en quelque sorte dans nos mains, non pas le présent, — conséquence d'un passé auquel nous ne pouvons rien chan-

---

([1]) Lœwy et Puiseux, *La photographie de la surface lunaire.* (Annuaire du Bureau des Longitudes, 1898.)

ger, — mais l'*avenir*, tâchons de le rendre tel que nous aurions désiré le voir si nous avions pu l'appeler *présent*. Faisons pour nos descendants ce que nous aurions aimé que nos aïeux aient fait pour nous. Respectons et protégeons, dans nos riches contrées du Nord-Ouest de la France, cette vitalité si diverse de l'industrie, et cette fécondité qui nous a dotés d'une flore dont M. Maeterlinck a dit qu'elle est peut-être la plus puissante et la plus opulente de l'Europe. Gardons jalousement à nos prairies leurs clairs ruisselets, à nos vallées leurs rivières laborieuses, à nos vallons leur délicieuse fraîcheur. Gardons la brise parfumée de nos forêts, le cristal et la chanson de nos sources...

Que notre pays ne devienne que dans bien longtemps une lande morne et désolée, et que de nombreuses générations y connaissent les largesses de la prodigue Nature et ses trésors de suave poésie!

APPENDICE

Tandis que les pages qui précèdent étaient soumises à la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, paraissait le *Bulletin de Géographie historique et descriptive* pour l'année 1910 (Paris, Imp. Nationale, 1911). On y trouve un notable mémoire de M. Paul Buffault, traitant de l'*Influence des forêts sur l'alimentation des sources et le régime des cours d'eau*. Déjà, le même auteur, dans *Le Culte des arbres et les idées des Anciens sur le rôle des forêts* (Rodez, E. Carrère, 1907), avait montré l'ancienneté de l'opinion imputant, en partie, l'assèchement au déboisement. Onze cents ans avant notre ère, Teglath-Pal-Asar Ier, roi de Ninive, entreprenait le reboisement des plaines de la Mésopotamie et des pentes stériles du Karadjheh-Dag.

M. Buffault reprend la thèse d'Alexandre de Humboldt : « La destruction des forêts, le manque de sources perpétuelles et l'existence des torrents sont trois phénomènes étroitement connexes entre eux. » Et il déclare que, pour tirer des travaux du Congrès de Navigation tenu à Milan en 1905, des conclusions défavorables à la forêt, M. Charles Rabot a dû passer sous silence une bonne partie des arguments et des faits présentés par les défenseurs de l'Arbre.

Quelque intérêt que suscite cette discussion générale, nous tenons surtout à retenir, parmi les exemples cités dans le *Bulletin de Géographie historique et descriptive*, le cas du ruisseau de Lisors (Eure), qui concerne notre région et ne fait pas double emploi avec les renseignements consignés plus haut. Les sources du petit cours d'eau dont il s'agit, situées dans la forêt de Lyons, au canton des Fosses-Gloriettes, au Nord de la route de Sainte-Catherine, ont tari pendant une partie de l'année lorsque le canton était en coupes définitives. Elles ont reparu d'une manière permanente vers 1873, lorsque les fourrés ont grandi (p. 154).

* * *

D'un autre côté, dans son travail intitulé : *Barrancos et Cuevas* (*Spelunca*, n° 61), M. Lucien Briet, abandonnant son ancienne manière de voir, considère comme une loi hydraulique que « *tout thalweg comporte un ruisseau, apparent ou non, et qui surgit invariablement, dans ce dernier cas, à la base de la région désertée par les eaux superficielles* ». On ne pouvait se rattacher plus ouvertement aux vues que nous avons émises au Congrès des Sociétés savantes de Paris, en 1908.

RÉGION NORD-OUEST DU BASSIN PARISIEN.

Échelle stratigraphique.

Nota. — On a créé un sous-étage Punfieldien (Urgonien) pour mieux distinguer du niveau des grès ferrugineux, celui des argiles panachées du Bray, dont le synchronisme avec les couches de Punfield est absolu. Le sous-étage Argovien (Corallien), non représenté dans la contrée, a été supprimé. L'étage Astien (système Pliocène), garde le nom de système Post-Pliocène.

GROUPES.	SYSTÈMES.	ÉTAGES.	SOUS-ÉTAGES.	ZONES.	ÉPAISSEURS.
SECONDAIRE.	**Oolithe** (Série Jurassique).	BAJOCIEN.	—	Oolithe blanche de Port-en-Bessin	8 à 16 m.
		BATHONIEN.	Vésulien.	Calcaire marneux de Port-en-Bessin	32 m.
				Calcaire blanc de Caen . . .	35 à 50 m.
			Bradfordien.	Calcaire compact de Bayeux et calcaire spathique de Caen .	10 à 25 m.
		OXFORDIEN.	Callovien.	Zones ferrugineuses et calcaires	20 à 25 m.
			Oxfordien.	Marnes de Dives	60 m.
				Argiles.	40 à 50 m.
		CORALLIEN.	Glypticien.	Calcaire oolithique de Trouville	15 à 20 m.
			Dicératien.	Coral-rag	1 à 25 m.
				Calcaire gréseux de Blangy. .	3 à 5 m.
		KIMMERIDGIEN.	Séquanien.	Marnes de Villerville . . .	15 à 18 m.
				Argiles et calcaires de la Hève.	10 à 15 m
			Ptérocérien.	Calcaire marneux de la Hève .	1 m.
			Virgulien.	Argiles bleues d'Octeville . .	35 à 40 m.
				Argiles à *Exogyra Virgula* de Villequier.	40 à 50 m.
				ou du Pays de Bray	90 à 120 m.
			Bolonien.	Marnes, grès calcaires et calcaires marneux de Neufchâtel .	30 à 40 m.
				ou de Gournay	45 à 50 m.

GROUPES.	SYSTÈMES.	ÉTAGES.	SOUS-ÉTAGES.	ZONES.	ÉPAISSEURS.
SECONDAIRE.	Oolithe (Série Jurassique.)	PORTLANDIEN.	Portlandien.	Sables ferrugineux à *Trigonia gibbosa* du Pays de Bray. .	8 à 12 m.
			Purbeckien.	Poudingue du Pays de Bray .	5 à 10 m.
	Infracrétacé (Série Crétacée).	NÉOCOMIEN.	Valenginien.	?	—
			Hauterivien.	Argiles réfractaires et sables blancs à *Lonchopteris Mantelli* du Pays de Bray. .	25 m.
		URGONIEN.	Urgonien.	Grès ferrugineux et argiles à poteries du Bray	15 à 25 m.
			Punfieldien.	Glaise panachée du Bray . .	20 m.
		APTIEN.	—	Poudingue ferrugineux du Havre, ou argile à *Ostrea aquila* du Bray.	5 à 20 m.
		ALBIEN.	—	Types du Bray: Sables glauconieux .	18 à 35 m.
				Types du Bray: Argile du Gault. . .	5 à 8 m.
				Types du Bray: Gaize.	40 m
	Crétacé (Série Crétacée).	CÉNOMANIEN.	Rotomagien.	Craie glauconieuse du Bray ou du Havre	2 à 55 m.
			Carentonien.	Couche à *Ammonites cenomanensis* de Rouen, ou couches à silex du Bray.	5 à 20 m.
		TURONIEN.	Ligérien.	Craie marneuse inférieure. (Rouen, Fécamp).	40 à 65 m.
			Angoumien.	Craie marneuse supérieure. (Rouen, Fécamp).	
		SÉNONIEN.	Santonien.	Craie blanche et craie noduleuse (Les Andelys, Saint-Martin-le-Nœud, Picardie)	50 m. et plus
			Campanien.	Craie blanche de Meudon, Gisors, Mantes, Beauvais, Laon, et craie phosphatée de Picardie :	
				Sur les bords de la cuvette parisienne	150 m.
				Sous Paris.	300 m.
		DANIEN.	Maestrichtien.	Néant	—
			Garumnien.	Calcaire pisolithique de Laversines.	8 à 12 m.

GROUPES.	SYSTÈMES.	ÉTAGES.	SOUS-ÉTAGES.	ZONES.	ÉPAISSEURS.
TERTIAIRE.	Eocène.	SUESSONIEN.	Maudunien.	Glauconie de la Fère, ou sables fossilifères de Bracheux . .	5 à 10 m.
			Sparnacien.	Types divers: Argile plastique de Paris	6 à 50 m.
				Types divers: Sables blancs et glaise de la forêt de Compiègne .	10 à 12 m.
				Types divers: Lignites du Laonnois ou du Soissonnais . . .	3 à 5 m.
				Types divers: Sables jaunes de Sinceny ou de Noyon. . . .	8 à 10 m.
				Types divers: Sables, argiles et galets de Neaufles-Saint-Martin.	10 m.
				Types divers: Sables, argile plastique, grès et poudingue de Dieppe	25 à 30 m.
			Yprésien.	Sables nummulitiques du Soissonnais	2 à 11 m.
		PARISIEN.	Lutétien.	Calcaire grossier inférieur du Laonnois ou de Creil et calcaire grossier moyen et supérieur de Montlévêque. . .	12 à 50 m.
				Caillasses de Longpont . . .	2 à 4 m.
			Bartonien.	Sables d'Auvers ou d'Acy-en-Multien	12 à 15 m.
				Calcaire gréseux de Lizy-sur-Ourcq	5 à 8 m.
			Ligurien.	Gypse / Marnes (Enghien, Argenteuil ou Sannois). . .	20 à 60 m
	Miocène.	TONGRIEN.	—	Sables et grès de Montmorency.	45 à 55 m.
		AQUITANIEN.	—	Meulières de Montmorency. .	—
		MAYENCIEN.	—	Argile à silex de Picardie ? . .	—
		HELVÉTIEN.	—	Néant	—
		TORTONIEN.	—	Néant	—
	Pliocène	MESSINIEN.	—	Néant	—
	Post-pliocène	ASTIEN.	—	Premières alluvions. . . .	—
QUATERNAIRE.	—	—	—	Alluvions, loess, tufs, tourbe, argiles de décalcification, dépôts des cavernes . . .	—

CONTRIBUTION NOUVELLE

A

L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

DE LA BASSE-BELGIQUE ET DU BASSIN HOUILLER DE LA CAMPINE

PAR

le Dr F. PUTZEYS
Professeur d'hygiène à l'Université de Liége

E PUTZEYS
Ingénieur en chef des Travaux publics
et du Service des eaux de la ville de Bruxelles

A. RUTOT
Ingénieur des Mines,
Conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle

MEMBRES DU CONSEIL SUPÉRIEUR D'HYGIÈNE PUBLIQUE DE BELGIQUE

Notre premier mémoire était consacré à l'exposé des considérations générales qui nous avaient amenés à reconnaître l'existence, dans les sables de la Campine anversoise, d'une nappe d'eau souterraine des plus puissantes, ainsi qu'au compte rendu des recherches faites par nous à l'effet de déterminer la nature des sables constituant le sous-sol et leur développement en surface et en profondeur (1).

En ce qui concerne les prises d'eau, nous nous sommes bornés à dire qu'elles devaient se faire par puits et par siphonnement; que la distance des puits n'était proposée que comme une hypothèse destinée à faire comprendre le fonctionnement des ouvrages et l'élasticité du système.

---

(1) Voir nos deux mémoires intitulés : *Alimentation en eau potable de la Basse Belgique et du bassin houiller de la Campine.* 1er mémoire, 1909; 2e mémoire, 1910. Imp. Hayez. Bruxelles.

Dans le deuxième mémoire, nous rapportions les résultats des expériences de pompage exécutées à Moll sous le contrôle de fonctionnaires de l'Administration du Service de santé et de l'hygiène, expériences qui avaient démontré, d'une part, l'abondance de l'afflux d'eau, la rapidité avec laquelle la nappe reprenait son niveau, d'autre part, la pureté bactériologique de l'eau extraite, les qualités tout à fait satisfaisantes qui la caractérisaient au point de vue chimique et, enfin, la facilité qu'offrirait la déferrisation.

L'établissement du puits d'essai a eu pour but de reconnaître l'existence de l'eau, sa pureté et son abondance. Ces constatations sont désormais acquises.

Nous étions en droit de croire que les faits ainsi mis en lumière seraient reconnus évidents par tous ceux qui, sans parti pris, compareraient la situation de la Campine anversoise sous le rapport aquifère à celle qui a été reconnue et mise à profit depuis de longues années dans une région très étendue de l'Allemagne, où les conditions géologiques et hydrologiques sont pour ainsi dire identiques à celles que nous avions déterminées et signalées. Aucun doute ne nous paraissait pouvoir être exprimé quant à la possibilité de faire, à un courant souterrain se renouvelant constamment par le fait des précipitations et de la condensation atmosphériques, des emprunts proportionnés à son débit. Nous eussions moins encore prévu des objections portant sur le pouvoir filtrant des sables et invoquant les chances de contamination auxquelles l'eau souterraine serait exposée dans une région à population clairsemée, où la culture est très peu développée et où il sera si aisé d'établir les travaux de captage en dehors de toute sphère d'influence nuisible ou suspecte. Enfin les chimistes étant d'accord sur la façon dont leurs analyses d'eaux doivent être interprétées, il nous avait semblé qu'aucune divergence de vues ne pourrait se produire à ce sujet. En ce qui concerne la présence du fer, nous nous étions figuré que les résultats absolument favorables procurés par la déferrisation, pratiquée sur une grande échelle et depuis de si longues années en Allemagne et aux Pays-Bas, étaient établis sur des bases assez sûres pour qu'aucune crainte ne pût surgir.

Un mémoire de M. Deblon attaquant vivement notre projet nous a démontré que les thèses les plus évidentes ne sont pas toujours accueillies avec faveur, et que des questions qui ont été scientifiquement résolues peuvent être soulevées à nouveau. Cette critique nous oblige à éclaircir et à développer un certain nombre de points que nous avions traités d'une façon assez large, les considérant comme acquis,

pour permettre aux administrations intéressées d'apprécier la portée de tous les termes d'un problème complexe, qui réclame le concours de compétences diverses.

Dans son mémoire présenté en séance du 17 janvier 1911 à la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie, M. Deblon, ingénieur de la Compagnie intercommunale des eaux de l'agglomération bruxelloise, a tenté de démontrer que notre projet d'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine ne peut avoir l'ampleur que nous lui assignons.

Pour appuyer sa manière de voir, notre confrère, avec un sentiment de satisfaction fort légitime, a rappelé tout d'abord que, dès 1882, S. M. Léopold II avait institué un concours qui, n'ayant donné aucun résultat, fit, dix ans plus tard, l'objet d'un nouvel appel.

Cette fois, deux projets retinrent l'attention du jury : celui de M. P. Van Hoegarden, qui préconisait le captage et l'adduction des sources du Hoyoux, et celui de MM. Walin et Deblon, qui proposaient d'utiliser à la fois les sources du Bocq et du Hoyoux, de l'Entre-Sambre-et-Meuse et de la Hesbaye.

Le jury décida qu'il y avait lieu de partager le prix entre ces deux projets. M. Deblon ajoute avec raison que si le prix n'a pas été décerné, c'est parce que le règlement du concours ne prévoyait pas ce partage.

MM. Walin et Deblon ont le droit d'être fiers d'avoir résolu, au point de vue technique, un problème difficile; nous avons le droit, de notre côté, d'escompter en faveur du succès de notre œuvre et à l'appui de notre manière de voir au sujet de la valeur comparée des eaux sortant des calcaires et des eaux puisées dans les sables, trente années de pratique et d'étude incessante des sciences auxquelles on doit faire appel lorsqu'il s'agit de travaux intéressant l'hygiène publique, travaux qui ne peuvent être menés à bien qu'en s'appuyant sur l'hygiène, la géologie, l'hydrologie et l'art de l'ingénieur.

Il y a vingt ans, on discutait encore cette manière de voir, elle est hors de discussion aujourd'hui; la crainte du choléra est le commencement de la sagesse.

En publiant son étude critique, M. Deblon court le risque de rendre un mauvais service aux administrations communales de la Basse-Belgique qui projettent des distributions d'eau, son travail étant de nature à les porter à croire que la réalisation de notre projet ne pourrait, à son avis, qu'assurer partiellement l'alimentation générale que nous avons en vue. L'honorable ingénieur voudra bien nous permettre de ne pas partager sa manière de voir et nous autoriser à lui

dire que s'il avait jugé convenable de recueillir des renseignements auprès des auteurs, il n'aurait pas commis les graves erreurs dans lesquelles il a versé.

Eaux des calcaires; eaux des terrains sableux; valeur comparée.

Des théories ont pu être présentées, tendant à faire croire que les eaux sortant des calcaires peuvent être comparées, au point de vue de la pureté, aux eaux extraites des terrains sableux. Leur auteur, il est vrai, a eu soin de dire qu' « en parlant d'eau élaborée utilisée comme » eau potable, fournie par nos calcaires carbonifères, il conseille de » ne pas se départir de la règle générale de prudence et de surveil- » lance spéciale dont doivent, *sans exception aucune*, rester l'objet » toutes les sources émergeant des calcaires ».

Ces théories, qui n'ont eu que fort peu d'écho, ne résistent pas à l'examen.

Hâtons-nous de dire que notre confrère nous a indirectement rendu service en nous obligeant à poser les termes du problème de l'eau de la Campine sous une forme plus concrète et plus précise, car son travail nous a prouvé qu'il n'a pas saisi la portée d'un raisonnement que nous pensions cependant très clair.

Un membre très actif de notre Société, M. VAN DEN BROECK, qui a longtemps partagé notre manière de voir au sujet des eaux des calcaires et a même suivi avec succès la voie que nous avions ouverte en Belgique dès 1891, — il y a donc vingt ans, — résumant la marche trop souvent adoptée pour l'étude des distributions d'eau, a dit avec infiniment de raison qu' « une étude rationnelle aura toujours l'immense » avantage d'éviter de soumettre à de longues et coûteuses études tech- » niques, à la discussion publique — et parfois politique — *ainsi qu'au* » *choc d'intérêts personnels* (1) et administratifs contradictoires, des » projets inexécutables, auxquels *la base scientifique* ferait défaut ».

Non seulement nous avons procédé ainsi, mais encore nous avons fait mieux.

Quoique l'union des connaissances et des efforts du professeur du cours d'hygiène de l'Université de Liége, de l'ingénieur en chef des travaux publics et du Service des eaux de la ville de Bruxelles, de l'ingénieur des mines, géologue, conservateur du Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles dût, on doit en convenir, nous inspirer une

(1) Non soulignés dans le texte.

grande confiance dans la valeur de nos projets, nous avons tenu à nous assurer la collaboration de MM. les Drs Schoofs et Schwers, qui, par leur intelligence et leur travail, se sont fait un nom en Belgique dans les branches de la science réclamant l'intervention du bactériologiste et du chimiste.

On peut donc se dire que les administrations publiques qui attendent la preuve de nos affirmations agissent sagement lorsqu'elles estiment qu'il importe pour elles de surseoir à toute décision jusqu'au moment où, après examen impartial, cette décision pourra être prise en parfaite connaissance de cause.

Notre estimé contradicteur a parfaitement compris qu'il était indispensable, pour que sa thèse apparût comme défendable, que ses dires fussent appuyés par l'avis d'hommes dont le nom fait autorité dans la science.

M. Deblon a invoqué, pour la question « chimie », le nom de M. Blas, le savant professeur de l'Université de Louvain; mais il a omis de dire le nom des bactériologistes et des géologues qui partagent sa manière de voir sur la question de qualité bactériologique et de quantité de l'eau existant dans le sous-sol de la Campine.

Nous sommes donc fondés à dire que son étude manque en tous points de sanction scientifique, car nous montrerons, par la suite, qu'il a mal interprété l'avis de M. Blas au point de vue chimique.

En ce qui touche au côté bactériologique, nous donnerons la preuve de ce que nous avons avancé. En ce qui touche aux données géologiques et à leurs conséquences quant à la puissance de la couche aquifère, nous ne pouvons nous dispenser de faire état de la déclaration d'un de nos confrères dont il lui serait difficile de récuser une compétence qu'il lui a attribuée lorsqu'il s'est agi de l'étude de problèmes à la solution desquels il est directement intéressé.

Nous entendons parler de notre estimé confrère M. van den Broeck qui a changé, il est vrai, de manière de voir au sujet des eaux des calcaires et a tenté, après le dépôt de notre projet d'alimentation de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine, de montrer que pour cette même alimentation on pourrait recourir aux eaux sortant des calcaires du bassin de Dinant.

Subdivision de la Belgique en quatre zones aquifères.

Ce qui précède établit une fois de plus, *d'une façon irréfutable*, que la Belgique, qui, jusqu'au moment où ces recherches furent entreprises,

était, au point de vue des ressources aquifères, divisée en trois zones, doit désormais être divisée en quatre zones qui sont, en partant du nord :

1° Zone aquifère en eau potable filtrée par le sable, de la région Esschen, Ryckevorsel, Moll et Lommel ;

2° Zone privée d'eau potable, à sol parfois sablonneux (Nord des Flandres), trop peu épais pour assurer la filtration du débit, ou à sol et sous-sol formés d'argile de grande épaisseur, non perméable. Les puits artésiens eux-mêmes creusés dans cette région fournissent souvent des eaux minéralisées impropres à la consommation ;

3° Zone aquifère par excellence, à sol parfois rétentif, mais à sous-sol sableux de grande épaisseur, perméable, doué de propriétés filtrantes absolues, capable de fournir de grandes quantités d'eaux excellentes, assez souvent chargées d'un peu de carbonate de chaux ;

4° Zone aquifère très variable, selon que le sol est constitué par les calcaires rocheux primaires ou par des roches quartzeuses ou quartzo-argileuses.

La région à sous-sol calcaire peut produire de grands débits ; mais la filtration des eaux de surface n'étant que rarement réalisée à cause du régime de circulation de l'eau dans des fissures et des canaux souterrains, les émergences, qui tiennent lieu de sources, donnent des eaux qu'il y a toujours lieu de considérer comme suspectes.

La zone privée d'eau potable et comprenant bon nombre de villes importantes, telles qu'Ostende, Bruges, Courtrai, Gand, Malines, Anvers et Hasselt, ne peut guère — de nombreuses tentatives infructueuses l'ont montré — songer à s'approvisionner d'eau potable sur son propre territoire au moyen de puits artésiens.

La zone moyenne à sources vraies, c'est-à-dire à eau réellement filtrée, quoique riche, ne peut suffire qu'à l'alimentation de son territoire. On ne pourrait songer à en distraire des quantités considérables pour les envoyer dans la région dépourvue d'eau potable.

Enfin, la région rocheuse n'est riche que le long de la large bande calcaire qui la traverse. Comme de nos jours cette région se peuple graduellement et que les travaux de captage s'y multiplient d'année en année, on reconnaîtra bientôt que les ressources qu'elle possède lui seront strictement nécessaires dans l'avenir.

En donnant à croire, par des raisonnements dont les uns manquent de base, dont les autres sont établis sur des bases erronées, que l'agriculture souffrira de la mise à exécution de notre projet, que les canaux verront leur plan d'eau abaissé, on risque d'inciter les popu-

lations qui pourraient disposer d'une eau souterraine d'une pureté incomparable, on risque, disons-nous, de les voir, en désespoir de cause, s'adresser à des rivières qui débiteront une eau plus nauséabonde encore, le jour prochain où le bassin houiller de la Campine sera en exploitation.

Utilisation des eaux de surface et des eaux profondes.

En bonne logique, doit-on attendre, pour la prendre, que l'eau soit contaminée et coule sous forme de rivière malpropre, lorsque cette même eau peut aisément être saisie en profondeur? Ne doit-on pas, au contraire, se dire que si des eaux de rivière sont ou deviennent disponibles dans l'avenir, elle doivent servir, si besoin est, à l'alimentation des canaux et qu'ainsi leur rôle sera rempli?

N'est-ce pas ainsi que M. Deblon lui-même avait raisonné lorsqu'il proposait de rendre au Hoyoux, en eau de Meuse, les eaux qu'il désirait prendre dans les calcaires de Modave?

Nous avons encore à la mémoire les objections qu'il a faites lorsque nous avons conseillé à la même époque l'eau de la Meuse filtrée, *pour les usages publics et industriels.*

Qu'eût-il répondu si on lui avait proposé le contraire de ce qu'il a fait et si on lui avait dit : Utilisez les eaux de la Meuse et laissez aux industriels du Hoyoux les eaux dont ils ont disposé jusqu'ici, eaux qu'on leur a enlevées malgré leurs protestations?

Ces eaux de Meuse dont il a fait fi, malgré leurs qualités, il avait la ressource de les épurer comme on le propose pour Malines, de les stériliser par l'électricité. Sans doute son optimisme — que nous ne partageons pas, non sans raison — en ce qui touche aux eaux des calcaires lui a inspiré la solution qu'il a adoptée. Dès lors, puisqu'une eau souterraine, incomparablement meilleure que celle des calcaires, existe dans la Campine, nous avons lieu de croire que si la ville de Malines ou une commune de la province d'Anvers lui demandait son avis, il s'empresserait de répondre, à moins qu'il ne fasse un plaidoyer *pro domo :* Abandonnez l'idée de prendre les eaux de surface, prenez les eaux profondes que vous signalent MM. Putzeys et Rutot !

S'il n'agit pas ainsi, c'est parce qu'il désire sans doute étendre le champ d'action de l'organisme dont il est l'ingénieur et nous avons le droit de parler ainsi, car M. Deblon a lui-même fait intervenir le point de vue industriel dans la discussion, en disant :

« Au moment où leur brochure a paru, MM. Putzeys et Rutot

ignoraient que la Compagnie intercommunale possédait, depuis plusieurs mois, des conventions signées par les administrations communales de Gand, Bruges, Ostende, Blankenberghe, Alost, Termonde, Saint-Nicolas, Lebbeke, Saint-Gilles lez-Termonde et Assche en Brabant. Ces conventions, approuvées par les Députations permanentes des provinces intéressées, liaient complètement ces communes, et pour être définitivement exécutoires il ne fallait que l'approbation de l'assemblée générale des communes sociétaires de la Compagnie, approbation qui fut donnée en janvier 1908. »

Attitude des Pouvoirs publics.

On ne peut nier que la situation soit absolument critique pour bon nombre de communes de la Basse-Belgique. L'appui que le Département de l'Intérieur a bien voulu nous donner en nous accordant les subsides nécessaires pour poursuivre nos études en est un premier témoignage. Les communes de la province d'Anvers l'ont aussi parfaitement compris; la preuve en est dans l'empressement qu'elles ont mis à apporter leur souscription au fonds d'études dont la création leur a été proposée par l'honorable Gouverneur de la province, M. le comte de Baillet-Latour.

Les choses étant telles, on doit reconnaître que notre projet arrive à son heure et se présente comme la solution la plus pratique et la plus économique du problème de l'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine; d'autant plus pratique et économique que la Compagnie intercommunale des eaux devra non seulement construire une nouvelle dérivation, puisque son aqueduc va bientôt atteindre le maximum de débit dont il est capable, mais encore, et c'est là le point difficile, trouver de nouvelles eaux.

L'eau souterraine en Campine : données primordiales du problème.

La question de l'eau en Campine se pose de la manière la plus simple, la plus élémentaire; c'est le cas purement théorique qu'un professeur d'hydrologie mettrait sous les yeux de ses élèves pour leur faire comprendre les premiers principes de la formation des nappes aquifères.

En effet, si nous faisons, en n'importe quel point du territoire con-

sidéré, une coupe géologique dans la direction Nord-Est, elle se traduira infailliblement par le schéma suivant (fig. 1) :

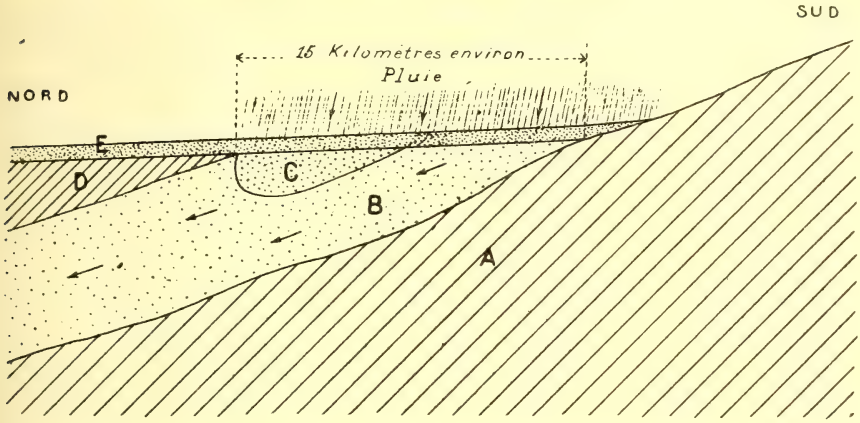


Fig. 1. — Coupe schématique de la Campine suivant une direction Nord-Sud.

A. — Sable fin très argileux, Diestien, jouant le rôle de couche imperméable.

B. — Sable gris verdâtre, pur, meuble, avec rares grains de glauconie, demi-fin, d'âge poederlien, très aquifère.

C. — Sable de Moll, blanc, pur, meuble, peu rétentif, à gros grains, très aquifère, intercalé vers le sommet du sable gris poederlien.

D. — Alternances de sable à gros grains et de limon argileux, ensemble dit « argile de la Campine ». C'est dans ce complexe que se trouve intercalée une couche ligniteuse qui a été rencontrée au puits de la distribution d'eau de Turnhout.

E. — Lit de sable, épais de 1 mètre à $1^{m}50$, meuble, très perméable, dit Flandrien.

Cette disposition étant connue, la conclusion qui se dégage, c'est que l'eau de pluie qui tombe sur la partie de sable qui affleure directement sous le Flandrien entre le point où le Diestien passe en sous-sol et le point où apparaît l'argile de la Campine, s'infiltre très rapidement dans le sable poederlien et dans le sable de Moll sous-jacents, en même temps qu'elle s'épure.

En raison de l'inclinaison des couches vers le Nord, la nappe aquifère, quoique s'écoulant dans cette direction, est tellement abondante que les eaux d'infiltration accumulées dans la masse sableuse établissent leur niveau très près de la surface du sol.

Pour toute personne possédant les notions élémentaires d'hydrologie, il n'y a aucun doute que si cette eau n'atteint pas partout la surface du sol, c'est qu'il existe dans cette surface un réseau de faibles dépres-

sions de 1 à 2 mètres de profondeur, qui provoquent l'écoulement des eaux du sommet, tout relatif, de la nappe aquifère sous forme de suintements continus qui se réunissent, forment ainsi des ruisselets qui se rejoignent, constituent des ruisseaux et, enfin, des rivières.

Si la région considérée ne forme donc pas un immense marécage, c'est simplement à cause de l'existence des faibles dépressions naturelles du sol qui drainent le sommet de la nappe.

Ajoutons que si, dans les conditions idéales où s'accomplit l'alimentation de la nappe aquifère, la pluie intervient comme facteur principal, la condensation par différence de température entre le sol et l'air ambiant fournit un appoint sensible qui augmente encore les volumes d'eau infiltrée.

Et c'est en présence de circonstances aussi exceptionnellement favorables, aussi théoriques peut-on dire, que l'on vient nous déclarer qu'à *un maximum d'alimentation* de la nappe aquifère correspond *le minimum de débit disponible* des bassins sourciers de la Belgique!

Rendement des bassins calcaires.

Les prémisses du raisonnement de M. Deblon, lorsqu'il aborde la question « rendement », montrent qu'il n'a pas bien lu nos travaux. Parlant de la théorie émise par notre confrère M. van den Broeck, au sujet des régions où il prétend trouver 100,000 hectares de calcaires susceptibles de fournir une bonne eau potable, nous avons dit :

« Votre découverte, on ne doit pas l'oublier, est, au point de vue » de l'application, essentiellement liée à une question de sécurité. Si » la sécurité fait défaut, la découverte est sans portée au point de vue » de l'alimentation en eau potable. La dérivation de 100,000 mètres » cubes, *par exemple*, soit la cinquième partie de ce que pourraient » fournir les 100,000 hectares annoncés, permettant de desservir un » million d'habitants, on comprend que la toute première préoccu- » pation des hygiénistes doive être de connaître le risque à courir [1]. »

M. Deblon a évidemment dénaturé notre pensée en traduisant les mots *par exemple* par le texte suivant : *M. E. Putzeys estima qu'on ne pouvait compter* que sur une dérivation de 100,000 mètres cubes, etc.

---

[1] E. Putzeys, *Parallèle entre les eaux sortant des calcaires et les eaux élaborées dans les terrains à mailles fines.* (Bulletin de la Société belge de géologie, t. XXIII, 1909. Séance du 16 février, p. 95.)

Nous faisons appel à la loyauté de notre confrère qui, après nouvelle lecture, reconnaîtra qu'il nous a prêté une manière de voir que nous n'avons jamais exprimée, ce qui aura, il est vrai, nous le regrettons pour lui, la fâcheuse conséquence de ruiner son raisonnement par la base.

D'autre part, M. Deblon a fixé — erronément — le rendement du bassin du Hain en se fondant sur des données qui ne sont, phraséologie à part, que la compilation des travaux de la Commission provinciale du Brabant qui fonctionnait en 1872. Il a oublié que, grâce aux travaux de remaniement complet des prises du Hain, exécutés sous notre direction, grâce aux serrements que nous avons fait établir, le chiffre qu'il annonce doit être majoré; que s'il est bon, en archéologie, d'avoir le culte du passé, il est indispensable, lorsqu'on veut faire œuvre de science, d'être au courant du progrès, sans quoi le culte du passé devient synonyme de culte de l'incompétence. Notre confrère nous parle d'observations condensées en 1883 après un demi-siècle d'études, cela signifie que ces études ont été entreprises en 1833, il y a donc trois quarts de siècle... On ne pourra certes pas l'accuser de modernisme.

Quoi qu'il en soit, pour faciliter la comparaison, nous avons représenté, *à la même échelle*, la partie du bassin du Hain, d'où la ville de Bruxelles est autorisée à dériver la majeure partie de l'eau qui sert à son alimentation, et le bassin de la Campine que nous proposons de mettre à contribution pour l'alimentation de la Basse-Belgique (pl. I).

Comparaison entre le bassin du Hain et le bassin de la Campine.

On peut constater que dans le bassin du Hain, d'une superficie totale de 4,940 hectares, les limons, *relativement imperméables*, occupent 2,144 hectares; que le restant, soit 2,796 hectares, est constitué par des sables bruxelliens *perméables*. Dans le bassin de la Campine, treize fois plus considérable, le sol est entièrement formé de sables quartzeux *éminemment perméables*.

On voit déjà que pour comparer deux objets, il eût été désirable de les ramener à une mesure commune. C'est ce que nous allons faire.

Si nous admettons — c'est là une estimation très large — que les limons laissent passer en sous-sol le quart de la quantité d'eau que les sables adressent à la couche aquifère, le chiffre 2,144 (limons) divisé par 4 représentera la surface du sable comparable et capable du même

effet utile. La division donne $\frac{2,144}{4}$ hectares limons = 536 hectares sables [1].

D'où cette conclusion que le bassin du Hain peut, *comme surface de sable effective*, être représenté par

$$2,796 + 536 = 3,332 \text{ hectares.}$$

Le rapport de surface du bassin de la Campine au bassin du Hain ne doit donc pas être représenté par $\frac{65,000}{4,940} = 13$, mais bien par $\frac{65,000}{3,332} = 19.5$.

Le bassin de la Campine comporte, on le voit, une surface réceptrice utile au moins 19.5 fois plus grande que celle du bassin du Hain.

Si le bassin du Hain peut donner 27,170 mètres cubes d'eau [2], le bassin de la Campine pourrait en donner, toutes choses égales d'ailleurs,

$$27,170 \times 19.5 = 530,000 \text{ mètres cubes (chiffre rond).}$$

Notons que, dans le bassin du Hain, les limons forment barrage de retenue au bas des pentes et favorisent l'emmagasinement des eaux, et que dans le bassin de la Campine le captage par puits assure le même résultat.

Rendement du bassin de la Campine d'après M. Deblon.

Le bassin sableux de la Campine non seulement reçoit et absorbe les eaux météoriques, mais encore est largement irrigué, puisque M. Deblon nous parle d'un canal capable à lui seul de débiter 40,000 mètres cubes d'eau par jour. Malgré cela, il constate que les ruisseaux qui y prennent naissance ne débiteraient que peu d'eau et il en infère que d'un bassin mesurant 65,000 hectares on ne pourrait prélever qu'un peu moins de 500 litres par hectare et par jour, soit la onzième partie de ce qu'il attribue au rendement du Hain!

---

[1] Il est à remarquer que, pour simplifier, nous comptons comme « limons » des surfaces du fond des vallées couvertes de couches imperméables telles que l'argile yprésienne. En réalité le chiffre équivalent de 536 hectares sables est trop élevé.

[2] En adoptant le rendement moyen de 5.5 mètres cubes admis par M. Deblon, mais inférieur à la réalité depuis les améliorations apportées par l'un de nous aux captages défectueux exécutés antérieurement à 1889, et étant entendu que nous nous bornons, ici, à suivre notre contradicteur dans son raisonnement.

Puisque nous ne sommes pas en région calcaire, ce qui est heureux pour la qualité de l'eau, que n'étant pas en région calcaire les eaux ne peuvent disparaître dans les entrailles de la terre, comment notre confrère a-t-il pu arriver à conclure qu'un bassin entièrement sableux, d'une immense étendue, de grande profondeur, reposant sur un soubassement imperméable, dans un pays pluvieux, où les brouillards fournissent leur appoint, ne pourrait supporter qu'un emprunt comparable au volume que donnerait le minuscule bassin du Hain (voir pl. I) s'il pouvait être systématiquement drainé?

Par quel raisonnement plausible pourrait-il arriver à concilier le fait, qu'il annonce, de l'inexistence d'une eau souterraine abondante, avec les chutes de pluies qui s'infiltrent instantanément, avec les masses d'eau d'irrigation qu'il invoque lorsqu'il s'agit de combattre nos vues, et cet autre fait, qu'il indique, que les ruisseaux ont un maigre débit? Ces ruisseaux et rivières, nous l'avons dit [1], représentent simplement le produit d'un drainage superficiel.

La raison de l'erreur dans laquelle a versé M. Deblon est bien simple, car, se confinant dans des théories plus que surannées, il s'est borné à voir ce qui se passe à la surface du sol, sans essayer de deviner ce qui se passe en dessous; il n'a pas appelé à son aide la géologie; il s'est borné à dire : Je ne vois pas beaucoup d'eau à la surface du sol, donc il n'y en a pas beaucoup en dessous, alors qu'il aurait dû se dire exactement le contraire.

Rendement d'un bassin. Déclaration de M. Deblon.

Nous reproduisons ci-dessous, intégralement, le texte de sa proposition; c'est une profession de foi :

» Considérons, dit notre confrère, un bassin de 65,000 hectares de » superficie comme celui que les auteurs du projet veulent mettre à » contribution à raison d'une moyenne de 5 mètres cubes par jour et » par hectare; pour plus de simplicité, supposons que cette zone » ne donne naissance qu'à une seule rivière sortant du bassin en A » (fig. 2).

» Si on jauge la rivière en A et si on divise le débit ainsi obtenu » par le nombre d'hectares du bassin alimentaire, on trouve ce qu'on » appelle le produit à l'hectare-jour. Ce produit varie, pour un même

---

[1] Deuxième mémoire, page 3.

» point de la rivière, suivant les jours de la semaine, suivant les » saisons et selon les années; pour certains bassins, les variations sont » très grandes; dans d'autres, on observe beaucoup plus de régu- » larité.

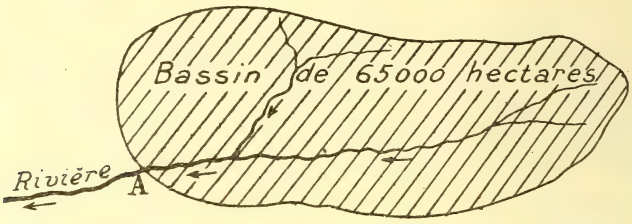


Fig. 2.

» Il va de soi que si, par un captage approprié, on parvenait à » prélever au bassin considéré un volume d'eau correspondant au » produit à l'hectare-jour, des ruisseaux et rivières existants disparaî- » traient complètement.

» Nous pensons donc *que du moment qu'on se propose de capter l'eau » souterraine de toute une zone de grande superficie et aux périodes de » grande sécheresse, on ne peut compter que sur une certaine partie » du produit moyen à l'hectare-jour accusé par les jaugeages de la » rivière* (1). »

Nous nous permettrons de faire observer qu'en matière scientifique il ne suffit pas de recueillir les faits; il faut les interpréter; trop de savants sont enclins à se transformer en appareils enregistreurs, alors qu'une distinction doit être faite entre un météorologiste et un baromètre.

Nous nous bornons pour l'instant à livrer à ses méditations, à titre d'exemple, les lignes suivantes, extraites du compte rendu des recherches géologiques et hydrologiques entreprises pour les travaux préparatoires de la distribution de Berlin.

« Si on veut se faire une idée de l'eau souterraine de Berlin et des » alentours, il ne suffit pas d'envisager seulement, comme l'a fait » Veitmeyer, le bassin de réception du terrain, il faut aussi prendre » en considération tout le courant d'eau souterraine qui se meut dans » la vallée de la Sprée. Dans les environs de Berlin, il existe des

(1) Cette partie de texte est soulignée dans le mémoire de M. Deblon; on doit donc la considérer comme quintessence de sa théorie.

» vallées très développées où circule de l'eau souterraine. Ces vallées » prirent naissance à l'époque diluviale et servirent à l'écoulement des » fontes de la glace intérieure se retirant vers le Nord. On les désigne » sous le nom de vallées de courant primitives et elles renferment » en partie, encore de nos jours, de très grandes quantités d'eau » souterraine vis-à-vis desquelles l'eau s'écoulant à ciel ouvert se » trouve en disproportion étonnante. »

Si les ingénieurs de la capitale de l'empire d'Allemagne s'étaient bornés à baser leur avis sur les résultats du jaugeage des cours d'eau, la nouvelle distribution d'eau de Berlin n'aurait pas été établie et les Berlinois en seraient encore au régime de l'eau de surface filtrée.

Rappelons encore que c'est à leurs efforts et à leur esprit d'observation que nous devons la déferrisation de l'eau souterraine.

C'est à l'esprit d'observation que nous faisons appel.

En se bornant à tracer la figure que nous avons décalquée de son travail, M. Deblon n'a pris en considération que la surface de la région, alors que le phénomène qu'il se proposait d'étudier s'accomplit en profondeur.

S'il avait fait la coupe (voir fig. 1, p. 113), il aurait immédiatement compris que les eaux infiltrées dans le sol sableux doivent fatalement s'écouler vers le Nord en vertu des lois de la pesanteur, puisque le soubassement imperméable qui les arrête dans leur descente en profondeur constitue un immense plan incliné, à raison de 6 à 7 mètres par kilomètre, dans la direction du Nord.

Il s'agit donc bien, dans le cas qui nous occupe, d'un courant souterrain dont les cours d'eau superficiels ne représentent qu'une infime partie. En présence de la coupe géologique, est-il rationnel de dire, après avoir jaugé les cours d'eau :

« Les rivières donnent peu d'eau, donc le rendement à espérer de prises souterraines est faible? »

On doit dire au contraire :

« Voici une contrée sableuse où l'absorption des eaux est portée à son maximum; *puisque* les cours d'eau superficiels donnent peu d'eau, *on doit y trouver la preuve* que le courant souterrain peut en fournir beaucoup. »

Ce qui a pu induire en erreur M. Deblon, c'est que le processus est différent de celui des régions calcaires. Dans la Campine, le cours d'eau souterrain alimente les cours d'eau superficiels; en région calcaire, ce sont les cours d'eau superficiels qui servent — malheureusement — d'appoint aux sources.

Le rendement du Hoyoux est inférieur au rendement annoncé.

Ajoutons que le raisonnement fait par notre confrère à savoir, qu' « on ne peut compter que sur une certaine partie du produit moyen à l'hectare-jour accusé par les jaugeages d'une rivière » serait vrai pour certaines régions calcaires, à condition de substituer aux mots « produit moyen » les mots « produit minimum ».

A titre d'exemple, nous citerons le bassin du Hoyoux, pour la partie de cette rivière en amont du Pont de Bonne.

Le substratum famennien et son relèvement à la hauteur du Pont de Bonne obligent les eaux à s'épancher totalement en ce dernier point, où le rendement total de la rivière et des sources a pu être exactement apprécié.

On sait qu'à la fin de septembre 1892 le jaugeage exécuté par empotement, en utilisant les installations créées par la Compagnie intercommunale des eaux, a montré que le débit du Hoyoux, au point considéré, était tombé à 64,000 mètres cubes; d'où il suit que c'est sur un chiffre notablement inférieur à ce total que l'on pourra compter en période sèche, à moins qu'on ne lance dans les aqueducs à la fois les eaux des sources et les eaux de la rivière.

Il s'ensuit encore que, pour avoir mal abordé la question de rendement du bassin sableux de la Campine, notre estimé confrère n'a abouti qu'a donner lui-même la preuve que le bassin du Hoyoux fournira un volume d'eau notablement moindre que celui qui avait été escompté.

Réserves souterraines. Comparaison entre les terrains calcaires et les sables.

Cette conclusion n'est pas rassurante...

Si nous passons aux « réserves souterraines », l'obligation nous est imposée de déclarer que la figure 3 ci-dessous, décalquée du mémoire de notre estimé confrère, est un trompe l'œil.

De deux choses l'une : ou bien les réserves colossales dont on nous parle existent, et alors il faut admettre que la masse calcaire située dans le pli synclinal en dessous de la rivière et des sources est percée comme une écumoire, ce qui serait incompatible avec une eau de bonne qualité, ou bien les réserves n'existent pas, et telle est la vérité.

Il suffit, en effet, d'observer les parois d'une carrière quelconque dans le calcaire, mais de grande profondeur, pour voir que la partie très

fissurée n'est que superficielle. Dès 10 à 15 mètres les joints et les fissures se resserrent et, plus bas, sous 20 à 25 mètres, il n'y a plus que de rares fentes ouvertes, parfois colmatées par des enduits argileux.

On peut dire que presque partout, sous 30 mètres, l'emmagasinage d'eau est faible et que sous 50 mètres il est nul.

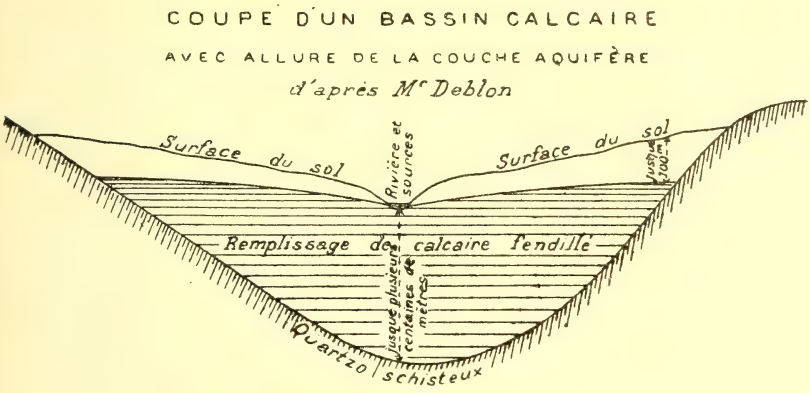


Fig. 3.

D'ailleurs, si les choses se passaient en région calcaire ainsi que M. Deblon l'indique, au lieu de creuser à grands frais des galeries de captage longitudinales dans la roche, il serait beaucoup plus simple de descendre quelques puits dans le réservoir colossal pour obtenir des débits en proportion.

Mais on s'est bien gardé de forer ces puits parce qu'on sait par des exemples malheureux, notamment à l'asile d'aliénés de Tournai et tout récemment dans une tannerie de Péruwelz, que c'est en vain que l'on creuse des puits profonds dans le calcaire, car il ne fournissent pas d'eau.

Seul le hasard peut faire tomber l'outil du sondeur dans une crevasse; autant vaudrait donc faire usage de la baguette divinatoire.

Comparer les ressources colossales du calcaire n'existant que sur le papier, avec celles constatées réellement en Campine dans les sables marins purs et homogènes du Poederlien et dans le sable blanc de Moll, nous semble vraiment dépasser les limites d'une discussion scientifique.

Nous préférons croire que notre estimé confrère, après nouvel

examen, admettra que les sables de Moll, peu rétentifs, capables de contenir 300 à 350 litres d'eau en moyenne par mètre cube, étalés en couche très épaisse sur une immense surface, offrent toute garantie en période aride.

Deux faits s'imposent sans discussion possible.

Rendement du puits d'essai de Moll.

Le puits d'essai de Moll a donné 500 mètres cubes par jour sous $2^{m}50$ de rabattement.

Son débit est de *n*. 100 mètres cubes pour toute profondeur de rabattement égale à *n*. $0^{m}50$.

On obtient :

Pour le rabattement de $0^{m}50$, le débit de 100 mètres cubes;

Pour le rabattement de 1 mètre, le débit de 200 mètres cubes;

Pour le rabattement de $1^{m}50$, le débit de 300 mètres cubes;

Pour le rabattement de 2 mètres, le débit de 400 mètres cubes;

Pour le rabattement de $2^{m}50$, le débit de 500 mètres cubes.

Étant données la nature des sables, la profondeur de la couche aquifère intéressée, ce débit important ne peut surprendre; du reste, le fait est établi d'après des relevés exécutés d'heure en heure, jour et nuit, du 25 septembre au 29 octobre, sous la surveillance d'agents à poste fixe, désignés par le Ministère de l'Intérieur et de l'Agriculture d'accord avec l'Administration communale de Moll.

Interprétation de M. Deblon.

Ce fait est indiscutable, M. Deblon entend l'interpréter en donnant à croire que la couche aquifère recevait, pendant les pompages, un appoint provenant de canaux d'irrigation.

Cette assertion est contraire à la vérité; les canaux étaient à sec pendant la durée des essais prévus au contrat, dès lors il importe peu de savoir si le levé de la nappe aquifère fait par notre confrère en plein hiver, à la suite de la période extrêmement pluvieuse qui laissera sa trace dans le souvenir de chacun, présente de légères différences avec notre propre levé.

Voici comment s'est exprimé M. Deblon :

« D'après les indications de la carte au $1/20,000^{me}$, le puits d'essai » a été établi dans l'angle des routes de Moll à Lommel et de Baelen

» à Postel, à 145 mètres du canal d'irrigation longeant la limite
» orientale du terrain et à 132 mètres des fossés de la route de Moll à
» Lommel, fossés qui alimentent partiellement le canal d'irrigation
» précité. »

M. Deblon nous dit que l'on pourrait comparer le terrain où le puits a été foncé, à une île sablonneuse complètement perméable et baignée dans un lac ou par un fleuve. Il en arrive ainsi à imaginer la nappe aquifère dont nous reproduisons les données sur la planche ci-contre; A B C représenterait, d'après lui, la nappe phréatique artificielle qui résulte du voisinage et de la situation des canaux d'irrigation (pl. II).

Comment, dès lors, n'a-t-il pas déduit du levé qu'il a fait, que les canaux d'irrigation ne fonctionnaient pas pendant les pompages, puisqu'au lieu d'occuper la position A B C, la nappe relevée par nous s'établissait en A′ B′ C′ et que les eaux provenant de l'infiltration du fossé, *après deux mois de fonctionnement*, occupaient la position C D?

Cause et effet sont cependant des données qui méritent d'être rapprochées dans un raisonnement si l'on prétend en tirer une conclusion acceptable.

M. Deblon s'est-il demandé quel serait le cube d'eau nécessaire pour relever, par simple infiltration à travers les parois des fossés, la nappe A′ B′ C′ en A B C? La chose est peu probable, car s'il avait fait ce calcul, son mémoire eût été singulièrement écourté; nous remédierons à cet oubli. Les pertes imaginées par M. Deblon se font nécessairement par deux talus; ce n'est pas uniquement dans les 284 hectares appartenant à la commune qu'elles s'épanchent; le même effet doit se produire symétriquement; c'est donc sur une surface *minimum* double, soit 568 hectares, que l'on doit assister à l'envahissement annoncé. Il se produit sur 75 centimètres de hauteur; la porosité du sable est de 35 %, d'où M. Deblon aurait pu déduire *que les simples pertes des fossés chargés du transport de l'eau* doivent, à chacune des périodes d'irrigation, s'élever au chiffre de *un million et demi mètres cubes* ! ! En présence de ce chiffre on commence à comprendre le motif de la comparaison, assez ambitieuse au premier abord, faite par notre confrère entre un modeste fossé d'irrigation que son rôle condamne au colmatage et un lac ou fleuve.

Nous laisserons au lecteur le soin de rétablir la proportion « cause à effet » en ramenant chacun de ces termes à sa vraie valeur.

Nous venons de dire que, à l'inverse de ce qu'avance notre contradicteur, le canal d'irrigation et les fossés de la route ne pouvaient

exercer aucune influence sur le débit du puits, puisqu'ils étaient à sec [1].

Cependant il y a lieu de retenir de l'extrait qui précède ce fait exact, que *les fossés de la route de Moll à Lommel alimentent partiellement* (aux époques où ils donnent de l'eau) le *canal d'irrigation.*

Influence des prises d'eau sur la salubrité de la Campine.

Une fois de plus, sans le vouloir, M. Deblon a produit un nouvel argument à l'appui de notre thèse : en effet, dans notre deuxième mémoire (p. 22), nous disions :

« Plus les captages seront étendus, plus leur action sera bienfai-
» sante sur l'état de salubrité de la contrée, car ils feront l'effet d'un
» drainage. Pour ne citer qu'un exemple, il suffira de se reporter à la
» planche II qui figure les terrains appartenant à la commune de Moll.
» On y verra qu'en ces dernières années un vaillant effort a été accom-
» pli par Rauw-Wesel, qui y a créé un quartier nouveau. N'est-il pas

---

[1] M. Deblon a eu le tort de mettre en doute nos affirmations au sujet du non-fonctionnement des canaux d'irrigation pendant la durée des pompages. Nous avons en mains les documents officiels qui établissent le bien-fondé de nos assertions.

En voici les points à retenir. Les deux surveillants de jour et de nuit, désignés par le Département de l'Intérieur et de l'Agriculture, d'accord avec l'Administration communale de Moll, étaient chargés d'adresser chaque semaine au Département et aux auteurs du projet les rapports journaliers relatant d'heure en heure les circonstances dans lesquelles s'exécutait le pompage. Ces rapports constatent que depuis le début de cette opération jusqu'au 26 octobre à 7 heures 11 minutes, les canaux n'ont pas reçu d'eau d'irrigation; que le point de déversement des eaux d'exhaure dans le canal d'irrigation longeant la route de Postel a été choisi par M. Mennes, ingénieur de l'Administration du Service de santé et de l'hygiène; que les surveillants avaient été invités par M. Mennes à signaler l'arrivée des eaux dans le canal d'irrigation si elles se présentaient.

La durée du pompage, prévu au contrat, était de trente jours; commencé le 25 septembre à 7 heures du matin, il fut poursuivi, nuit et jour, jusqu'au 25 octobre à 7 heures du matin. *Pendant tout ce temps, les canaux ne reçurent pas d'eau d'irrigation.* Les circonstances devaient nous servir mieux encore. En effet, il vient d'être dit que le pompage avait été arrêté le 25 octobre à 7 heures du matin. Le comblement immédiat du cône de rabattement en fut la conséquence. Or, ayant reçu du Ministère l'autorisation de reprendre le pompage pour une période de cinq jours, nous en avisions le jour même l'entrepreneur qui reprit l'exhaure à 7 heures du soir après un arrêt de douze heures. Le rendement fut de 540 mètres cubes. Le 26 octobre, à 7 heures du matin, l'eau fut introduite dans le canal d'irrigation. Pendant quatre jours, bien que les volumes fournis au canal aient été considérables et aient fortement varié, le pompage donna comme précédemment 540 mètres cubes d'eau sous le rabattement uniforme de $2^{m}50$.

» certain que si l'on parvenait, grâce aux pompages, à rabattre le » niveau de l'eau qui, en saison pluvieuse, arrive à fleur de la sur- » face, on ferait œuvre d'hygiène? »

« Alors que les prises d'eau provoquent généralement tant de pro- » testations, elles seraient, dans le cas qui nous occupe, accueillies » comme un bienfait. »

En l'absence de ces pompages qui assainiraient Rauw-Wezel, les habitants en sont réduits à creuser autour de leurs propriétés des fossés de drainage qui déchargent leurs eaux dans les fossés de la route. Il se fait donc que M. Deblon a confirmé, à son insu, ce que nous disions de l'état de sursaturation des terrains que nous invoquons à l'appui de notre thèse. Les fossés de la route représentent en réalité l'exutoire de ces drains de surface qui débarrassent le sol de son excès d'eau.

Ce simple fait montre que, dans son étude, M. Deblon ne s'est pas préoccupé du « pourquoi » des faits; précédemment nous avons établi qu'il s'est borné à considérer le bassin de la Campine, en tant que surface, sans s'inquiéter de ce qu'il est en profondeur; ici nous voyons qu'il « constate que les fossés d'une route peuvent charrier de l'eau »; il néglige de rechercher l'origine de cette eau, bien intéressante cependant, puisque cette recherche lui aurait évité une nouvelle erreur.

Canaux d'irrigation et nappe aquifère.

C'est ainsi que les dessins qui accompagnent le mémoire de M. Deblon témoignent de l'illogisme du raisonnement.

Si les canaux d'irrigation sont pleins d'eau, dit-il, la nappe aquifère s'établit suivant la ligne A B, joignant la surface de l'eau dans les deux canaux. Ayant fait son levé en décembre, il a observé que la nappe aquifère occupait la position C D. *Comment, dès lors, n'a-t-il pas déduit lui-même de ce levé la preuve péremptoire du non-fonctionnement des canaux longtemps avant et pendant les pompages?* Et n'est-il pas regrettable qu'il nous mette dans l'obligation de faire ressortir la précipitation qui a présidé son à étude? Confondre le rôle des canaux chargés du transport de l'eau d'irrigation avec le rôle des rigoles de répartition de cette eau dans le terrain, admettre que des canaux regorgent d'eau lorsqu'ils sont à sec, tracer sur un dessin une nappe aquifère inexistante, tracer sur un autre dessin un relevé fait à une époque où l'on ne procédait pas au pompage, c'est fonder tout un raisonnement sur des arguments inconsistants.

Ce qui est acquis, quoi qu'en pense l'honorable ingénieur, c'est que sous $2^{m}50$ de rabattement, un puits filtrant bien conditionné, plongeant de 25 mètres dans la couche aquifère contenue dans les sables non rétentifs de Moll, délivrera 500 mètres cubes d'eau par jour, en quelque point qu'on le fonce dans les limites du terrain qui avait été désigné par les administrations intéressées, et non choisi par nous.

Ce qu'on doit entendre par les mots : « Cône d'influence d'un puits. »

Quant à son cône d'influence *sensible*, il aura 150 mètres de diamètre en moyenne.

Nous nous trouvons dans l'obligation d'ajouter le *sensible* au mot influence, parce qu'ici encore notre confrère, procédant comme il l'a fait lorsqu'il s'est agi du bassin hydrographique, a jugé inutile de faire le raisonnement qui suit :

Considérons une couche aquifère s'étalant dans un massif sableux, reposant sur un soubassement imperméable incliné, et admettons que son régime d'écoulement soit établi, c'est-à-dire que l'eau chemine à travers les mailles du terrain en vertu de l'action de la pesanteur. Cette action de la pesanteur restera identique dans son effet aussi longtemps qu'une issue nouvelle ne sera pas offerte à l'eau souterraine. La proposition qui précède est indiscutable au point de vue méca nique. Les choses étant telles, établissons en *un point quelconque* du courant considéré un puits sur lequel on installe une pompe d'exhaure.

Dès l'instant où une certaine quantité d'eau est extraite du puits, les conditions d'équilibre primitif sont rompues, non seulement aux abords immédiats du puits, *mais dans toute l'étendue de la couche aquifère.* Dans cette couche aquifère, *il n'y aura plus une seule molécule d'eau qui suivra désormais la route qu'elle eût suivie si le puits n'avait pas été établi.*

Cette seconde proposition est aussi indiscutable que la première.

Mais ce qui est indiscutable également, et M. Deblon l'a perdu de vue, c'est que, à moins de procéder à des levés minutieux, on ne peut se rendre compte, en dehors d'une certaine limite dénommée par les hydrologues « cône de rabattement », de la différence qui existe forcément entre la situation ancienne et la situation nouvelle.

Telle est la portée pratique à donner à l'expression « cône de rabattement ».

Produit à l'hectare-jour, d'après M. Deblon.

A ce raisonnement si simple, on nous oppose le suivant :

Sous une forme humoristique qui n'est pas faite pour nous déplaire parce qu'elle enlève à la science son aspect rébarbatif, M. Deblon expose que puisqu'un puits donne 500 mètres cubes d'eau par jour et que son cône d'influence a 150 mètres de diamètre, il lui est permis d'en déduire (nous transcrivons littéralement) :

« D'après les indications des auteurs du projet, la zone influencée, » correspondant au pompage continu de *500* mètres cubes par » *vingt-quatre* heures et à un rabattement de $2^{m}50$ de la nappe libre » souterraine, n'occupe qu'une superficie de 1.5 hectare environ, et le » rectangle circonscrit à la zone influencée mesure à peine 2 hectares.

» *Le produit de l'hectare-jour a donc atteint* 333 mètres cubes » (500 m^3 : 1.5 = 333 mètres cubes).

» C'est là un rendement merveilleux; car si on se base sur les » constatations faites lors des essais et si on admet que le rabattement » de la nappe souterraine se maintiendrait constamment égal à $2^{m}50$ » pour le débit journalier de 500 mètres cubes, on pourrait, en » établissant un puits d'exhaure par surface de 2 hectares, obtenir un » rendement total, pour les 284 hectares du terrain appartenant à la » commune de Moll, de 142 × 500 mètres cubes = *71,000* mètres » cubes par vingt-quatre heures. »

Notre confrère voudra bien remarquer que ce n'est pas nous, mais lui qui a tiré cette conclusion assez... inattendue de la part d'un ingénieur s'occupant de distributions d'eau. Nous devons néanmoins lui faire observer qu'ici encore il a substitué un terme impropre au terme dont nous nous étions servis, et qu'une fois de plus il a travesti notre pensée.

Voici ce que nous avons dit : L'intersection du cône d'influence avec la nappe primitive affecte l'allure d'un cercle de 150 mètres de rayon. M. Deblon nous fait dire : *la zone influencée* n'occupe qu'une superficie d'un hectare et demi environ !

Aussi longtemps que l'imprécision des termes dont fait usage le critique n'a pas d'autre résultat que de compromettre la valeur de ses raisonnements, on ne peut s'en plaindre ; mais lorsque, par la substitution d'un terme à un autre, il attribue aux auteurs une argumentation erronée, il s'expose à être sévèrement relevé.

Nous nous en abstiendrons, ne voulant pas troubler la disposition

d'esprit dans laquelle devait se trouver notre confrère lorsqu'il est arrivé à cette conclusion paradoxale, en interprétant comme il l'a fait les résultats des pompages exécutés sur le puits d'essai de Moll. Nous le suivrons donc sur son terrain favori et nous prendrons un exemple qui lui est familier, certains que nous sommes d'être mieux compris ou plutôt de n'être pas mal interprétés.

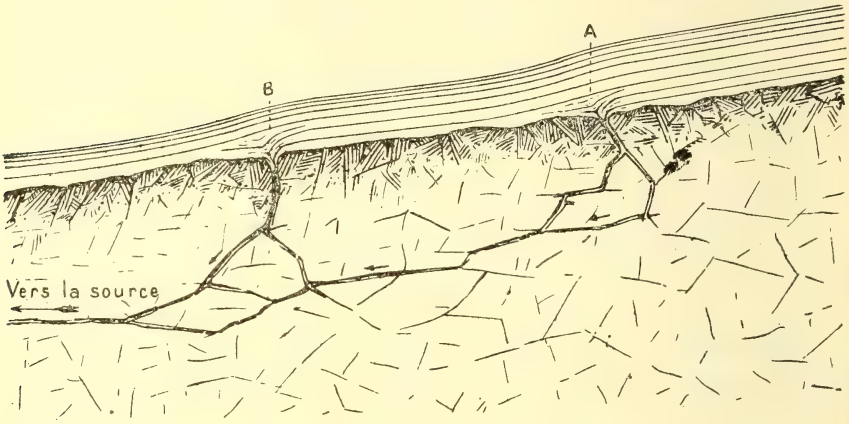


Fig. 4.

Dans un cours d'eau, en terrain calcaire (voir fig. 4), un bétoire s'ouvre en A. On voit le niveau de l'eau s'infléchir à ses abords immédiats, mais à peu de distance de l'orifice l'eau conserve son niveau ou du moins l'infléchissement est si faible qu'il serait impossible à l'œil le plus exercé de relever trace d'une dénivellation.

Si le bétoire A n'est pas assez grand, — cela arrive, — le ruisseau poursuit son chemin au grand profit du bétoire B suivant, où il abandonne, dans les mêmes conditions, une nouvelle quantité d'eau en faveur de la source guettée par certains hydrologues. Admettons que le ruisseau débite 1,000 litres à la seconde, que le premier bétoire en absorbe 100, M. Deblon conclurait-il de ce fait que si 100 bétoires semblables au premier se suivent sans interruption, il recueillera à la « SOURCE » 10,000 litres d'appoint ? Évidemment non. La situation étant la même, qu'il s'agisse de puits creusés dans les sables de Moll ou des bétoires « classiques » des régions calcaires, nous pensons que M. Deblon n'insistera pas.

Largeur de prise d'eau : sa détermination.

Quant à nous, désireux d'éviter toute ambiguïté, nous rappellerons les conditions dans lesquelles fonctionne un puits d'exhaure établi dans un courant d'eau souterraine. Pour ce faire, nous nous bornerons à donner la traduction littérale d'un passage d'une conférence de l'ingénieur A. Thiem.

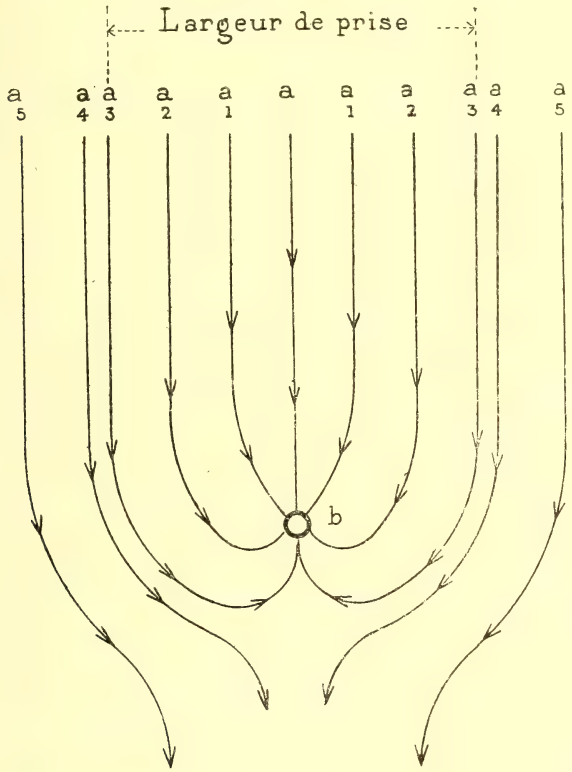


Fig. 5.

« Sur la figure ci-contre (fig. 5), expose Thiem, les traits a, a^1, a^2, » a^3, a^4, a^5 représentent la direction suivie par les molécules d'eau » venant d'amont, dans le sens du courant souterrain.

» En b, un puits a été creusé ; on en extrait un certain volume d'eau par pompage.

» Le filet d'eau a, formant axe de figure, achève son cours en ligne « droite, en pénétrant dans le puits.

» Le filet voisin a^1 subit une légère déviation, qui s'accentue pour

» le filet a^2. Le filet a^3 obéit au même effet; sa déviation est telle qu'il » pénètre dans le puits en prenant une direction inverse de celle du » courant primitif.

» Le puits parvient encore à troubler dans son cours le filet a^4, mais » il ne réussit pas à s'en emparer... Au delà, à partir du filet a^5, la » couche aquifère ne donne rien. »

Appliquons le raisonnement de Thiem au puits de Moll; pour cela reportons-nous à la planche ci-jointe; traçons les filets A^1, A^2, A^3, A^4, A^5 et nous pourrons conclure : en premier lieu, que la largeur de prise est de 150 mètres en chiffre rond et, en second lieu, que les dispositions adoptées par M. Mennes pour l'éloignement des eaux d'exhaure devaient assurer le résultat qu'il avait en vue.

Thiem fait remarquer qu'on n'est pas encore parvenu à poser l'équation du mouvement et qu'en pratique cela est indifférent. Le problème à résoudre, dit-il, est de déterminer dans chaque cas la largeur a^3 a^3, nommée largeur de prise. Si les levés ont montré que la largeur de prise est de composition comparable, au point de vue géologique et hydrologique, on peut procéder par induction.

Thiem ajoute encore :

« J'ai donné la preuve de ce qui précède lors de l'établissement de la deuxième prise d'eau de Leipzig.

» La première prise donnait 36,000 mètres cubes d'eau; j'ai construit la seconde prise qui se trouve dans le même courant d'eau souterraine, à 3 kilomètres de la première, sans établir aucun puits d'essai sur le terrain; je possédais comme unique élément d'appréciation quelques sondages pratiqués à l'occasion des premières recherches. J'ai construit la deuxième prise, qui a coûté environ 2 millions de marcs, sur l'emplacement qu'elle occupe, sans tâtonnements et avec plein succès, comme l'expérience l'a prouvé. »

La situation est analogue en Campine. Une batterie de puits étant établie en travers du courant souterrain, on pourra, connaissant la profondeur de ce courant, son débit, la nature des terrains où il circule, l'influence de la prise, son débit, fixer la distance à laquelle une seconde batterie de puits pourra être utilement établie, en annonçant d'avance et son débit et l'influence qu'elle exerce.

La conclusion de Thiem montre qu'il y a deux façons de comprendre les phénomènes naturels.

L'un consiste à aligner des équations hérissées d'x, d'y et de z et même, si l'on craint d'être trop aisément compris des profanes, à introduire dans les démonstrations le calcul différentiel et intégral.

On perd trop souvent de vue qu'en ce faisant on base le raisonnement sur des hypothèses et qu'en fin de compte on trouve forcément comme terme final l'hypothèse première sous une autre forme.

La seconde méthode, qui est celle de Thiem, est la méthode vivante, procédant par déduction, qui s'appuie sur les faits, la raison et le bon sens.

Simple question posée à M. Deblon.

M. Deblon n'a utilisé ni l'une ni l'autre de ces méthodes. L'honorable ingénieur tient, en effet, le raisonnement suivant.

S'il y a peu d'eau de surface, vous ne pouvez espérer en trouver en profondeur, donc vos prises ne donneront pas d'eau. S'il y a beaucoup d'eau de surface, les prises d'eau souterraine devant avoir pour effet de réduire le débit des cours d'eau, vous ne pouvez prendre de l'eau en profondeur.

Cela étant, nous serions heureux de l'entendre exposer les conditions hydrologiques que doivent présenter, d'après lui, les régions où des prises d'eau pourront désormais être faites pour l'alimentation des agglomérations humaines.

Prises d'eau et canaux d'irrigation.

L'honorable ingénieur a-t-il pu croire, a-t-il pu admettre un seul instant que les terrains qui seront occupés par les prises d'eau seront parcourus par des canaux d'irrigation? Nous nous refusons à admettre que pareille pensée ait pu surgir dans son esprit. Cependant, nous avons assez de confiance dans le pouvoir épurant des sables pour ne pas craindre, nous irons plus loin, pour ne pas escompter l'enrichissement de la couche aquifère par les irrigations lointaines.

Nous nous réservons d'ailleurs d'exposer plus longuement nos vues à ce sujet, lorsque nous estimerons opportun de traiter la question.

Pour l'instant, nous devons confesser que nous trouvons surprenantes les craintes de notre confrère au sujet de la pureté de l'eau qui, dit-il, pourrait se trouver compromise dans l'avenir. Hanté vraisemblablement par l'idée du danger toujours menaçant de la contamination des eaux provenant des terrains calcaires, à quelque type qu'ils appartiennent, il établit inconsciemment un parallèle entre les eaux des terrains calcaires et les eaux des terrains sableux. Il est des erreurs qui

ont, non pas la vie dure, mais la vie très dure; celle-ci est du nombre.

Dans la Campine, les conditions sont idéales.

Le sol, répétons-le encore, est éminemment filtrant, la contrée est inhabitée, les terrains sans valeur. Rien de plus aisé que de créer des zones de protection, et celles-ci seront représentées par un *minimum absolu;* c'est-à-dire qu'en aucun point de la Belgique, ces zones ne pourraient être créées à meilleur compte tout en représentant un *maximum de sécurité.* Il n'est pas un homme de science qui oserait contredire cette opinion sans faire fi de ce que cette science, que nous lui supposons, lui enseigne chaque jour.

Pour en arriver à mettre en doute, au point de vue bactériologique, la valeur de l'eau prise en profondeur dans un terrain sableux, homogène, il faut être à bout d'arguments.

Le bassin de la Campine est une région déshéritée où les terrains perdus, tout désignés pour les prises d'eau, sont de valeur tellement réduite qu'on ne devrait pas hésiter à en acquérir plusieurs milliers d'hectares dès le début, de façon à ménager l'avenir.

Si, pour les concessions houillères, les sociétés exploitantes se sont empressées de s'assurer la propriété de milliers d'hectares, vu leur bas prix, peut-on croire que pour l'accomplissement d'une grande œuvre d'hygiène les pouvoirs publics hésiteront à faire de même?

Quelle autre signification pourrait-on dès lors attribuer à des irrigations éloignées, que l'enrichissement de la couche aquifère?

En parlant de canaux mis à sec malgré leur débit de 500,000 mètres cubes journaliers, M. Deblon a donné une preuve nouvelle du manque de mesure qui pèse sur son argumentation.

Prises d'eau et canaux de navigation.

M. Deblon se demande : Que dirait l'Administration des Ponts et Chaussées, si l'on abaissait la nappe aquifère à proximité des canaux et si l'on mettait ceux-ci à sec, malgré les 500,000 mètres cubes d'eau qu'ils reçoivent quotidiennement de la Meuse?

Notre confrère ajoute : poser la question, c'est la résoudre... C'est la résoudre en effet, car la proposition pèche par la base. Les 500,000 mètres cubes d'eau débités par les canaux, joints aux centaines de mille mètres fournis par les pluies, représentent un cube d'eau dont on ne saurait que faire.

Prises d'eau de rivières.

L'Administration des Ponts et Chaussées s'opposerait évidemment à tout travail qui serait de nature à compromettre les intérêts de la navigation qu'elle a à charge de sauvegarder. Mais M. Deblon nous prête gratuitement des idées que nous n'avons pas; il nous a mal compris. Nous avons dit qu'on pourrait provoquer le tarissement des cours d'eau de la région, sans modifier la valeur hygiénique de l'eau captée, tant est grand le pouvoir épurateur des sables; nous entendions établir ainsi le contraste avec les régions calcaires, où la disparition des cours d'eau devient le synonyme de contamination des eaux saisies par captages profonds. Dans les sables de la Campine, que les eaux recueillies par les ouvrages de captage proviennent des pluies, des irrigations, des canaux, elles seront pures. Telle est l'exacte portée de nos déclarations.

L'Administration des Ponts et Chaussées n'a rien à appréhender de nos travaux, car il est de toute évidence que ni les canaux ni les fossés d'irrigation ne seront mis à sec; nous montrerons en temps utile ce qu'il y a lieu de faire pour écarter toute crainte à ce sujet.

Alimentation de la commune de Moll.

L'honorable ingénieur ajoute « puisqu'en premier lieu il s'agit de » l'alimentation de Moll, il semble tout naturel de choisir un empla- » cement beaucoup plus rapproché de l'agglomération bâtie que ne » l'est le terrain communal, situé à 6 kilomètres de la station du » chemin de fer. On peut certainement trouver dans un rayon de » 1 à 2 kilomètres autour de Moll un terrain qui, beaucoup mieux que » celui choisi, conviendra pour l'installation d'un puits d'essai et, le » cas échéant, d'une usine de refoulement et d'un château d'eau. Ce » sera tout avantage pour la commune ».

Nos travaux antérieurs montrent que *la commune de Moll est située dans la zone aquifère dont nous proposons de mettre les ressources à contribution.* Nous sommes heureux de constater, par l'observation de M. Deblon, que les faits d'ordre hydrogéologique mis en lumière par nous sont, grâce à nos études, accueillis comme des vérités fondamentales par les ingénieurs qui ne partagent pas nos vues sur d'autres points. Il a suffi, en effet, à notre estimé contradicteur de jeter un coup d'œil sur les cartes qui accompagnent nos mémoires, pour être à même

de déclarer que l'on avait le choix dans les environs immédiats de Moll pour l'établissement de prise d'eau. Cette conclusion a pu être énoncée par lui sans réclamer de sa part le moindre sondage de reconnaissance, toujours grâce à nos travaux. Nous enregistrons avec satisfaction cette première application de nos études.

Ce qui précède montre, une fois de plus, l'imprudence qu'il y a de faire la critique d'un travail lorsqu'on n'en connaît pas la genèse.

Les recherches de notre confrère ont été faites en décembre 1910; son mémoire nous l'apprend.

On ne pourra donc pas croire que nous invoquons des arguments *a posteriori*, si nous donnons, en réplique, des extraits d'un document officiel antérieur à ses déclarations.

Voici ce que nous disions dans une note remise le 28 novembre 1910 à M. Velghe, Directeur général de l'Administration du service de santé et de l'hygiène au Ministère de l'Intérieur, note relative à l'alimentation de Moll et de Gheel :

« On s'est donné comme objectif d'intéresser les couches profondes, » car le service d'eau des communes de Gheel et de Moll doit être » envisagé comme étant appelé à servir à des expériences qui permet- » tent de recueillir un complément de données au sujet de l'impor- » tance des ressources aquifères mises en lumière et au sujet de » l'influence que peuvent avoir des pompages intensifs, tant sur le » rendement des puits que sur la qualité de l'eau qu'ils débitent. Ce » que l'on désire, c'est ajouter de nouvelles connaissances à celles » acquises successivement, d'abord par la coordination théorique de » données géologiques éparses, ensuite par des sondages complémen- » taires qui établirent pratiquement le lien entre ces données, enfin » par la construction d'un puits qui donna la démonstration irréfu- » table de l'existence, en sous-sol, d'une eau pure et abondante.

» Si l'autorité supérieure s'était confinée dans les termes étroits » d'un problème ainsi posé : Alimentation en eau potable de Moll et » de Gheel », la question pouvait être résolue d'une façon fort simple, » puisqu'il suffirait d'établir une série de petits puits tubés ne plon- » geant que de 10 à 12 mètres dans les sables de Moll et de relier ces » puits par une colonne-siphon à un puisard d'exhaure.

» N'intéressant pas les couches sous-jacentes aux sables de Moll, les » ouvrages de prise auraient fourni une eau ne réclamant pas de défer- » risation. Moins profonds, les puits auraient délivré moins d'eau, et » leur nombre aurait dû être majoré en conséquence. Cependant, la » dépense de premier établissement eût été moindre, car on pouvait

» avoir recours à de simples puits « type américain » qu'on remplace
» sans grand frais en cas d'accident.

» En d'autres termes, l'aménagement prévu pour la prise d'eau de
» Moll et de Gheel pourrait être considéré comme irrationnel, si l'on
» n'avait en vue que l'alimentation de ces communes, mais les dispo-
» sitions qu'il comporte permettront de fixer les conditions d'exploi-
» tation d'un service intéressant toute la Basse-Belgique.

» Il en est de même pour les frais d'exploitation du service. »

La prise d'eau de Moll utilisée comme champ d'expériences.

Nous ajoutions :

« Le plan de la prise d'eau montre que l'on pourra, *ad libitum*,
» opérer les prélèvements d'eau nécessaires pour l'alimentation, à tels
» ou tels puits sur lesquels on désirerait pratiquer des expériences,
» soit en vue de reconnaître l'influence qu'ils exercent sur l'allure de
» la nappe aquifère, soit en vue de reconnaître l'influence des pom-
» pages intensifs sur la teneur de l'eau en sels ferreux, soit encore de
» reconnaître le débit maximum dont un puits est susceptible. On ne
» doit pas perdre de vue, en effet, que si l'on sait que le débit assuré
» du puits d'essai de Moll, sous $2^{m}50$ de rabattement, est de 500 mètres
» cubes journaliers, il existe une profondeur limite de rabattement,
» plus grande que $2^{m}50$, à laquelle correspond le maximum du débit
» possible d'un puits. Les résultats des pompages exécutés du 25 sep-
» tembre au 29 octobre 1909 permettent de dire qu'il en est bien
» ainsi. Il serait désirable que cette profondeur limite fût connue;
» la prise d'eau de Moll permettra d'instituer des expériences à cette
» fin.

Nivellement de la nappe aquifère.

» Les puits destinés à assurer l'alimentation de Gheel et de Moll
» devant plonger en fait dans un véritable lac souterrain d'une
» immense étendue, l'orientation à donner à la batterie de prise d'eau
» est indifférente au point de vue du rendement. Cela signifie que
» pour une prise peu importante il est inutile de procéder au nivelle-
» ment de la nappe aquifère dont les allures seraient au contraire très
» intéressantes à connaître s'il était question d'établir une prise d'eau
» considérable. Ce sont les courbes de niveau de la carte hydrologique
» qui nous renseigneraient en effet les directions des courants souter-

» rains, qui nous feraient pressentir les lieux de prise les plus favo-
» rables et nous serviraient de guide pour le tracé des batteries de
» puits de captage. »

Puits filtrants.

Mieux au courant de la situation, M. Deblon reconnaîtra que cette partie de son argumentation ne l'emporte pas sur les autres. Il sera édifié également sur les circonstances qui ont fait admettre dans l'espèce l'emploi du puits à lames de verre, la question du système de puits à mettre en usage pour une large prise d'eau étant réservée.

Cependant, comme cette question semble le préoccuper, puisqu'il annonce un mémoire consacré à l'examen des puits filtrants, nous nous permettons de lui signaler comme digne de toute son attention, les deux puits filtrants établis, il y a quelque vingt ans, pour la distribution d'eau de Hasselt, à l'usine élévatoire.

La description de ces puits et les résultats qu'ils ont donnés méritent un paragraphe spécial qui sera lu avec intérêt et montrera que la critique est aisée et l'art difficile.

Nous venons de dire que le choix du système de puits de captage est réservé.

Pour le moment, il suffit de retenir que le captage de l'eau dans les sables est une question résolue; qu'il existe des systèmes qui permettent de s'emparer de l'eau souterraine sans difficulté et qu'il ne nous appartient pas d'imposer nos préférences. A l'occasion du travail qui nous occupe, nous avons imaginé un nouveau puits d'une simplicité remarquable, dont l'emploi nous paraît indiqué dans le cas présent. Nous nous dispenserons d'en donner la description pour éviter une critique intempestive. C'est à nos juges compétents, c'est aux autorités intéressées qu'il appartient de se prononcer; si elles estiment que d'autres propositions méritent de fixer leur attention, elles seront libres de les accepter. Nous irons même plus loin; nous sommes tentés de croire que le grand travail de dérivation des eaux de la Campine provoquera l'émulation des inventeurs et que des idées intéressantes surgiront; c'est la loi du progrès, attendons et ne préjugeons pas.

Qualité des eaux de la Campine.

Nous abordons un autre côté de la question : la qualité des eaux de la Campine.

Parmi les épouvantails agités par notre confrère pour faire douter de

la valeur de nos conclusions figure une petite couche noirâtre peu profonde que l'on peut observer assez généralement et qui est qualifiée de « sable tourbeux ».

Nous connaissons très bien cette couche et nous ne la craignons pas plus que la présence de l'humus superficiel dans l'étude des autres questions d'eau : elle nous laisse parfaitement indifférents.

Cette couche noirâtre, qui se confond parfois avec les concrétionnements ferrugineux d'alios, représente en effet l'humus d'un ancien sol, que recouvrent actuellement des sables soufflés par le vent.

Cet ancien sol a pu être daté. En certains points de Campine, on y a trouvé l'industrie prétardenoisienne pure, ce qui nous reporte à quatorze mille ans environ. A cette époque, des animaux propres aux régions boréales vivaient dans le pays, qui jouissait d'un régime de steppe à végétation herbacée.

On conçoit si, depuis lors, la matière organique a pu se décomposer et se réduire à l'état de particules charbonneuses fort inoffensives, qui eussent été brûlées par l'oxygène de l'air au temps présent, sans le recouvrement de sable qui les protège.

* * *

Au début du chapitre qui concerne la qualité des eaux à capter, M. Deblon dit que « dans sa contribution à l'étude et à l'analyse des eaux alimentaires de Belgique, M. Blas, professeur à l'Université de Louvain et membre de l'Académie de Belgique, a donné les chiffres maxima qu'il ne conviendrait pas de dépasser et qu'en 1887 le Congrès pharmaceutique a arrêté les maxima admissibles ».

Analyse chimique de l'eau. Chiffres limites.

L'honorable ingénieur se méprend complètement sur le sens attribué par M. Blas aux chiffres maxima ; il les considère comme représentant les limites au delà desquelles une eau devrait être déclarée impropre à la consommation. S'il avait pris la peine de consulter l'excellent *Traité de chimie pharmaceutique minérale* de MM. les professeurs Blas et Ranwez (3me édition, 1906, page 118), il y aurait lu ce qui suit :

« Les opinions au sujet des maxima généraux devaient se modifier » à mesure que le nombre des analyses devenait plus considérable et » que l'on faisait intervenir dans l'appréciation des résultats la nature » géologique et chimique des terrains. On a alors proposé des maxima » spéciaux selon les formations géologiques différentes. »

Le système des nombres limites fixes a donc été abandonné, et on s'est arrêté à l'établissement *de nombres limites locaux*, suivant l'expression de MM. Blas et Ranwez.

Les nombres absolus fournis par une analyse chimique ne valent que par comparaison des uns avec les autres pour une même région géologique.

En ce qui concerne l'affirmation de Richert rapportée par M. Deblon (page 42) que « l'ammoniaque dans l'eau superficielle indique de l'urine », nous devons faire remarquer tout d'abord que l'ammoniaque ne représente qu'une faible partie des constituants de l'urine et ne peut par conséquent servir de critérium pour déceler cette dernière, d'autant plus que cette base résulte de la décomposition de matières albuminoïdes diverses — d'origine végétale notamment — qui peuvent être autrement abondantes à la surface du sol que l'urine.

L'existence de sable tourbeux en Campine autorise donc une conclusion opposée à celle de M. Deblon quant à la signification de l'ammoniaque dans les eaux de la nappe phréatique. La présence d'ammoniaque s'explique tout naturellement par la présence de débris végétaux dans les sables aquifères. Jamais il n'a été ni dangereux ni imprudent de prendre l'eau dans les terrains tourbeux. M. Deblon y verrait-il des inconvénients ignorés jusqu'à ce jour?

Nous serions heureux de les lui voir signaler.

Présence de l'ammoniaque dans l'eau.

Dans les eaux profondes, l'ammoniaque n'a pas du tout la même signification que dans les eaux superficielles.

En diverses régions on a signalé l'ammoniaque à côté du fer et du manganèse : à l'Institut royal de Berlin pour l'étude expérimentale de l'installation des distributions d'eau de l'Empire allemand, on a reconnu la présence de l'ammoniaque dans un très grand nombre d'échantillons d'eau provenant de nappes souterraines profondes et on l'y a trouvée souvent en proportions considérables, alors que toute idée de contamination superficielle devait être écartée.

La formation de l'ammoniaque dans la profondeur peut être attribuée à des processus physico-chimiques (Darapsky, Gärtner, J. König et Wollny). L'eau de surface traversant les couches superficielles du sol dissout les nitrates et les nitrites et se charge d'anhydride carbonique. Cette eau rencontrant dans la profondeur du sulfure de fer, corps très

répandu dans la nature sous forme de pyrite (FeS^2) notamment, il se passe des réactions chimiques qui peuvent s'expliquer comme suit : l'anhydride carbonique libre, la pression des terrains sus-jacents aidant, transforme le sulfure de fer en bicarbonate ferreux et en H^2S suivant la réaction

$$FeS^2 + 2\ CO^2 + 2H^2O = H^2S + S + Fe\ (HCO^3)^2.$$

H^2S est un réducteur très énergique, il enlève l'O aux nitrates et aux nitrites et donne en fin de compte de l'NH^3

$$N^2O^5 + 8\ H^2S = 2NH^3 + 8S + 5\ H^2O.$$

La présence de sels d'ammonium dans les eaux profondes ne doit nullement inquiéter ; elle peut être due à des causes qui n'ont rien de commun avec la décomposition de matières organiques contaminées ; on verra d'ailleurs dans quelques instants s'il y a lieu de craindre la pénétration des germes dans la nappe qui nous intéresse. Mais auparavant nous tenons à mettre en garde contre l'importance exagérée que M. Deblon attache à la détermination de l'azote albuminoïde.

En premier lieu, nous observerons que M. Pirsch a adopté pour *la détermination de l'azote albuminoïde* un procédé qui n'était pas applicable à cette recherche ; le procédé de Kjeldahl donne l'azote total, c'est-à-dire l'azote salin et l'azote provenant des substances albuminoïdes. Pour doser l'azote albuminoïde, on a l'habitude de recourir à la méthode de Wanklyn-Chapman qui consiste, après élimination de l'ammoniaque minérale par distillation, à transformer l'azote organique, dit albuminoïde, en ammoniaque par l'action simultanée du caméléon et de la potasse caustique à chaud.

Cette méthode, simple en apparence, donne facilement des résultats inexacts à cause de ses multiples chances d'erreurs. Par conséquent les résultats que l'on obtient n'ont jamais qu'une valeur relative.

Les données analytiques de M. Pirsch ne sont nullement comparables à celles de M. Muset, qui a dosé à part l'ammoniaque saline et l'ammoniaque albuminoïde. M. Deblon ne peut dès lors établir un rapprochement entre les chiffres que les deux analystes ont obtenus en opérant sur des eaux différentes et par des méthodes différentes.

La proportion d'azote albuminoïde contenu dans une eau provenant des sables n'est pas un critérium de sa valeur hygiénique. Nous ne pouvons reconnaître à notre contradicteur le droit d'invoquer l'autorité de M. Blas pour soutenir la thèse inverse. Dans son traité publié en

collaboration avec M. Ranwez (page 83), cet éminent chimiste a précisément soumis ce procédé de dosage à une critique sévère ; il affirme que « la seule conclusion permise sera la constatation de matières organiques azotées (genre albuminoïde) en plus ou moins grande quantité ».

Confusion faite entre le pouvoir épurateur du sol et ses propriétés filtrantes.

Lorsque M. Deblon émet des doutes sur la qualité des eaux des sables de Moll, il appuie son opinion uniquement sur les résultats d'analyses chimiques. Supposons même que des substances dissoutes dans l'eau, l'ammoniaque par exemple, échappent au pouvoir fixateur des couches superficielles du sol ; ce phénomène peut-il présenter des inconvénients au point de vue hygiénique ? Assurément non, pour autant que les microbes soient fixés. Or ceux-ci sont arrêtés avec certitude dans les couches superficielles du sol qui, grâce au colmatage, constituent un filtre idéal. La couche de sable tourbeux dont M. Deblon signale la présence et à laquelle il attribue une influence nuisible ne pourra qu'augmenter l'efficacité du filtre naturel. En un mot, il faut se garder de confondre le pouvoir épurateur du sol avec son pouvoir fixateur à l'égard des microbes ; même s'il était démontré que l'ammoniaque trouvée dans l'eau profonde a une origine superficielle, — ce qui n'est nullement établi, — on ne serait pas en droit de conclure au danger d'infection.

L'azote albuminoïde dans les eaux des terrains sableux de la Campine.

Notre confrère s'étonne aussi qu'on admette l'azote albuminoïde dans les eaux de la Campine, alors que l'on ne l'admet pas dans les eaux des calcaires. Or rien n'est plus juste et plus raisonnable.

Si l'azote albuminoïde se trouvait dans une eau de provenance calcaire, il faudrait la suspecter, car les régions calcaires ne présentent pas sur leurs plateaux des marécages permettant la formation de tourbe et le passage d'azote albuminoïde dans l'eau qui pénètre dans les fentes de la roche et en émerge au fond des vallées. Au contraire, dans l'eau souterraine d'une région où les formations tourbeuses sont fréquentes, à la surface et dans la profondeur du sol, il n'y a rien d'étonnant que l'on trouve des produits de cette décomposition végétale, entre autres de l'ammoniaque albuminoïde.

Attribuer, comme le fait M. Deblon, la même composition aux eaux des terrains calcaires et à celles des terrains sableux, c'est croire que les eaux de ces terrains ont la même hydrologie, se minéralisent de la même façon et sont soumises aux mêmes risques de contamination, ce qui n'est absolument pas le cas.

Il nous reste encore à relever un point de première importance. Notre confrère a jugé bon d'invoquer la haute compétence de M. Blas en matière d'eaux potables. On vient de voir comment il s'est mépris en s'appuyant sur un texte dont il ne semble pas avoir saisi la portée. Pour remettre les choses au point, la seule voie à suivre devait consister à demander à M. Blas son opinion sur les eaux de Moll. C'est ce qui a été fait par l'un de nous, et voici la réponse qu'il en a reçue :

Valeur hygiénique des eaux de la Campine. Opinion de M. le professeur Blas.

« Louvain, 4 février 1911.

» Cher Collègue,

» Lors d'une excursion que j'ai faite il y a une dizaine d'années de Moll à Lommel, en voyant les masses d'eau sorties des sables de quartz, par exemple aux sablières Emsens près Lommel, j'ai eu l'idée qu'il devait exister là une ressource extraordinaire pour distribution d'eau; une analyse sommaire à laquelle j'ai soumis un échantillon m'a ensuite confirmé mon impression. Aussi lorsque vous avez fait votre communication au Conseil supérieur d'hygiène, j'ai, dans la séance même, applaudi à votre initiative.

» Depuis j'ai lu votre travail sur ce sujet, et mon opinion favorable n'a fait que s'accentuer.

» Il me semble que l'on rencontrera difficilement ailleurs des conditions aussi favorables pour trouver en abondance une eau pure convenant à une distribution centrale. En effet, il existe là une couche filtrante épaisse de sable de quartz sur une étendue immense qui est peu habitée et qu'il serait aisé de préserver de souillures.

» Je vous souhaite bonne chance et reste votre bien dévoué

» C. Blas. »

Pouvoir filtrant des sables.

De son côté, M. R. d'Andrimont a invoqué, à l'encontre du pouvoir filtrant des sables, des recherches récentes qu'il a faites en collabora-

tion avec M. Cosyns et qui montreraient que des sables n'opposent presque aucun obstacle au passage des microbes lorsqu'ils sont imbibés capillairement; d'où l'inefficacité des filtres à sable submergé lorsque la pellicule organique vient à se rompre et l'efficacité des filtres à sable non submergé.

A cette conception théorique, basée sur des expériences de laboratoire, nous opposerons les expériences pratiques qui ont été faites à Berlin. Voici la question que s'est posée M. le directeur Eggert :

« Combien de temps s'écoulera-t-il encore avant que les environs du » Tegel et du Muggelsee, où nous pouvions voir hier encore des soli- » tudes boisées, soient enserrés par la bâtisse, si la réalisation du » Grand Berlin est poursuivie avec assez d'énergie pour atteindre cette » limite? Nous avons prévu pour nos installations nouvelles la mise à » contribution du territoire de Heiligensee, au nord de Tegel et de la » Wuhlheide près de Kopenick ; il est à supposer qu'ici également on » verra, dans un temps peu éloigné, surgir des constructions et des » installations de tous genres.

» C'est pourquoi il était fort intéressant pour nous d'étudier à nou- » veau la vieille question de savoir si et dans quelles conditions » l'établissement d'une distribution d'eau peut être projeté dans le » voisinage de terrains couverts par la bâtisse.

» Il est bien vrai que Robert Koch a déclaré, en son temps, qu'il » n'aurait aucun scrupule à installer des prises d'eau au cœur même » de Berlin, et en effet il existe toute une série de grandes prises » d'eau privées dans la banlieue de la capitale, sans que l'utilisation de » leurs eaux ait jamais jusqu'ici donné lieu à des inconvénients au » point de vue sanitaire.

» L'opinion de Koch était basée sur ce fait que la puissance protec- » trice du sol contre la pénétration, par infiltration, de microorga- » nismes de toute espèce avait été reconnue comme extraordinaire. » Cependant, il y avait lieu de se dire que par suite des prélève- » ments continus de quantités considérables d'eau opérés par des » batteries de puits on imprimait une grande vitesse au courant sou- » terrain, ce qui provoque un abaissement raide de l'eau supérieure, » laquelle est toujours suspecte.

» C'est cette considération qui nous a engagé à demander l'avis de » l'Institut impérial chargé des essais et expériences pour les distribu- » tions d'eau et l'éloignement des eaux usées avant de faire l'acquisi- » tion des terrains nécessaires pour les nouvelles prises. Les deux » directeurs de l'Institut en question, M. le Dr Schmidtmann et M. le

» Prof^r Dr Gunther, firent tout d'abord la comparaison entre les résul-
» tats des sondages pratiqués à la Wuhlheide et à l'Heiligensee avec
» ceux de Tegel et de Muggelsee; se basant sur les résultats bactériolo-
» giques de l'eau fournie par les installations existantes, ils en arri-
» vèrent à cette conclusion qu'une zone de 25 mètres de largeur
» suffirait, si les puits étaient établis dans l'axe de la zone, si leurs
» parois filtrantes se trouvaient à 20 mètres de profondeur sous le ter-
» rain et si des précautions étaient prises en vue d'empêcher que des
» matières nuisibles s'infiltrent dans les environs.

» Les premières exigences reçurent aisément satisfaction; quant à
» l'infiltration des matières nuisibles, les règlements de police et les
» conditions imposées à la concession pour les installations indus-
» trielles offrent, il est vrai, une certaine garantie; néanmoins il a
» paru utile, en raison de la relation probable existant entre la partie
» supérieure du courant souterrain et sa partie inférieure, de déter-
» miner directement par une expérience pratique l'influence que
» pourrait exercer sur l'eau inférieure l'eau souterraine supérieure
» contaminée à la suite de fuites d'égouts.

» M. Proskauer fit, en conséquence, des expériences d'infiltration à
» l'aide de cultures de prodigiosus aux galeries de puits de Tegel et de
» Muggelsee. Ces expériences durèrent trois mois et portèrent sur des
» puits dont la paroi filtrante se trouve engagée dans des sables abso-
» lument grossiers et en des points où aucune intercalation d'argile ne
» pouvait contrarier la descente de l'eau supérieure. A Tegel, on a
» introduit à plusieurs reprises, au moyen d'un puits d'infiltration de
» 20 mètres de profondeur, plusieurs billions de germes en question
» au milieu du courant d'eau souterraine. Ces germes furent introduits
» sous pression par une chasse de 4 mètres cubes d'eau par heure.

» On a relevé, à partir du dixième jour, des germes au puits d'essai
» mis à contribution à *raison de 1,450 mètres cubes d'eau par jour;* ils
» disparurent définitivement à partir du vingtième jour après la der-
» nière introduction. La distance parcourue était de 30 mètres à
» travers du sable grossier. Le nombre de germes retrouvé était telle-
» ment faible que M. le Prof^r Proskauer a établi par le calcul que
» leur nombre, rapporté à la quantité d'eau totale extraite de la
» galerie et s'élevant à 67,500 mètres cubes, était de 1 germe par
» 5 litres.

» Si, à Tegel, à l'occasion de cette expérience qui était exagérée à
» dessein, la puissance de ce filtre naturel a été reconnue de beaucoup
» supérieure à celle de nos filtres artificiels, on va voir que l'expé-

» rience prolongée faite au Muggelsee donna un résultat tout à fait » négatif. Au Muggelsee, on introduisit peu à peu, sous chasse de » 2 à 3 mètres cubes d'eau par heure, 56 billions de germes dans un » tuyau perforé et posé à 1 ou 2 mètres au-dessus du niveau de l'eau » souterraine, à une distance d'environ 20 mètres du puits d'essai » qui débitait de 2 à 3.75 litres à la seconde. Ici encore, les germes » avaient à parcourir une distance de 30 mètres pour arriver au puits » filtrant. Quoique deux prélèvements d'échantillons aient été faits » par jour et que l'on ait recouru aux méthodes d'enrichissement, » on n'a pas réussi à découvrir le moindre germe dans l'eau fournie » par le puits d'essai. Ainsi se trouva confirmée d'une façon pratique » l'ancienne hypothèse que le sable sec ou des couches de sable fin à » arêtes vives, tels que ceux qui recouvrent à peu près partout les » sables grossiers, possèdent un pouvoir filtrant extraordinaire. »

La thèse de M. R. d'Andrimont a le défaut de ne pas faire, à un phénomène qui s'observe partout où se produit une infiltration d'eau polluée dans un sol sableux ou graveleux, la part considérable qui lui revient, phénomène qui a pour effet de transformer du tout au tout la façon dont le sable se comporte à l'égard des bactéries.

Une eau de rivière ou de canal chargée d'éléments en suspension les abandonne aux premières couches du sable à travers lequel elle trouve à s'infiltrer; ce colmatage augmente avec le temps et ainsi se consti tue, par dépôts successifs de vase et de matières organiques entre les grains sableux, un filtre capable de retenir les microorganismes que charrie l'eau et qui possède sur la pellicule filtrante des filtres à sable submergé cet avantage caractéristique de n'être pas exposé à la rupture et d'offrir chaque jour plus de résistance et de sécurité.

La région de la Campine anversoise où s'étale la nappe aquifère dont nous avons proposé le captage comprend des sables incultes, des sapinières et des terrains irrigués. Les surfaces non cultivées ne peuvent évidemment céder à l'eau souterraine des bactéries qui n'auraient d'autre origine possible que l'atmosphère. Quant aux rigoles d'irrigation, elles ne se prêtent à la circulation des eaux qu'elles sont chargées de distribuer qu'après s'être colmatées, et l'enduit vaseux qui les revêt fonctionne à l'instar d'une pellicule filtrante. Enfin, les sables irrigués et cultivés deviennent à leur tour, par le fait du colmatage, capables de retenir les bactéries. Pour s'en assurer, il suffit de les retourner : on constate alors que, sur une épaisseur notable, qui peut atteindre plusieurs décimètres, le sable a pris une coloration noirâtre, s'est transformé en une sorte de terre arable et a acquis des propriétés

filtrantes qui le distinguent très nettement du sable primitif. Ce n'est pas seulement en Campine que ce phénomène s'observe; on le retrouve partout où un sol sableux a été utilisé pour l'épuration des eaux-vannes.

Exemple du pouvoir filtrant des graviers : distribution d'eau de Bochum.

Nous invoquerons un autre fait, beaucoup plus remarquable encore, attendu qu'il s'est produit dans un sol graveleux où les chances d'épuration étaient infiniment moins favorables qu'en Campine. Il s'agit de la filtration des eaux de la Ruhr dans ses berges et de leur utilisation pour l'alimentation de la ville de Bochum, en Westphalie.

Des puits à fond filtrant, réunis par des canaux filtrants, courent le long des berges de la Ruhr sur 4 $^1/_2$ kilomètres de longueur et à une distance de 50 mètres du fleuve. Ces puits sont foncés dans un gravier grossier (mélange de gros et de fin) qui recouvre en une couche de 5 à 6 mètres le schiste houiller; sur ce gravier repose une couche continue de 2^m50 de limon. L'alimentation du gravier et des puits se fait en très petite partie par l'eau arrivant latéralement des hauteurs, pour la plus grande partie par de l'eau arrivant latéralement de la rivière, eau qui s'infiltre entre les pierres (non cimentées) qui revêtent la berge, ou directement à travers la berge non protégée. Elle passe à travers la vase du lit de la rivière et horizontalement à travers les 50 mètres de gravier à éléments de grosseur variable (poing à poudre impalpable) et irrégulièrement disposés, et arrive suffisamment épurée aux puits, du moment que le pompage n'est pas trop intensif.

Cette installation a fourni, en 1909, 18,500,000 mètres cubes d'une eau renfermant, d'après 6,500 (six mille cinq cents) analyses de contrôle effectuées en partie sur place, en partie à l'Institut d'hygiène de Gelsenkirchen, 10 à 100 colonies au centimètre cube. Récemment, la mise en service de nouveaux puits a été précédée d'expériences au chlorure de sodium et au *Micrococcus prodigiosus*, et ces essais ont permis de conclure à une filtration avec épuration suffisante à travers le gravier des berges.

Cette épuration de l'eau de la rivière par circulation horizontale à travers la vase du lit de la rivière et les 50 mètres de gravier, sans apport d'eau ni d'air dans le sens vertical, est comparable à l'eau de surface d'un canal ou à l'eau sale qui partirait d'un mauvais puits, d'un puisard, d'une fosse à purin. Puisque 50 mètres de gravier assez grossier, la circulation étant assez rapide, suffisent pour épurer l'eau très

sale de la Ruhr, *a fortiori* une telle distance serait plus que suffisante pour préserver de toute contamination la nappe qui s'étale dans le sable fin et homogène de la Campine. A peu de distance des canaux et des agglomérations, il n'y aura aucun risque de contamination de la nappe par les eaux de surface et les eaux usées.

* * *

S'il est une situation analogue à celle que l'on rencontre en Campine, c'est bien dans la plaine baltique qu'il faut la chercher. M. Deblon y eût trouvé des points de comparaison qui s'imposaient du moment qu'il s'agissait d'apprécier la qualité des eaux, mais il a jugé bon de mettre en parallèle, avec notre projet, une distribution régionale de caractère tout différent et il a fait l'apologie de l'alimentation des principales villes des Flandres par l'eau des calcaires. Puisque notre confrère a cru utile de rappeler l'extension qui va être donnée au réseau de la Compagnie intercommunale, il est regrettable qu'il se soit contenté de vagues déclarations au sujet de la valeur hygiénique des eaux du bassin alimentaire où les captages ont été effectués. Pourquoi a-t-on fait supprimer les irrigations et détruire les barrages des rivières dans les vallées où se trouvent les galeries de captage? Au cours de sa critique, M. Deblon a comparé les eaux des calcaires aux eaux de la Campine au point de vue des volumes d'eau existants et disponibles, de la régularité des débits, de la teneur en ammoniaque. Pourquoi ne continuait-il pas sa comparaison aux points de vue hygiénique, industriel et économique? Aurait-il craint, en établissant un parallèle complet entre les eaux des calcaires utilisées pour l'alimentation et celles des sables de la Campine distribuées par la ville de Turnhout en Belgique et par les villes frontières de Tilburg, Breda, s' Hertogenbosch et Helmond en Hollande, d'arriver à une conclusion défavorable aux eaux des calcaires?

Protection de l'eau souterraine en terrains sableux.

M. Deblon met en doute la possibilité de garantir les eaux souterraines des terrains sableux contre toute chance de contamination et il déclare qu'il a tous ses apaisements sur la valeur des eaux issues des calcaires de la Haute-Belgique, valeur qui est cependant à la merci des événements. Il perd de vue que la protection naturelle des captages peut seule donner en tout temps une sécurité absolue et que les mesures de précaution artificielles peuvent devenir vaines; que si l'on

est forcé de confier à des fontainiers la mission de relever le plan d'eau dans les galeries drainantes établies en terrain calcaire pour protéger l'eau contre les mélanges compromettants qui pourraient se produire à la suite de crues subites d'une rivière voisine (rappelons les formidables crues dont les vallées du Bocq, du Crupet et du Hoyoux ont été le théâtre), il y a lieu de craindre que la vigilance de ces agents ne soit parfois mise en défaut.

M. Deblon ne partage pas notre optimisme quant à la sécurité que nous attribuons aux eaux de la Campine. Ce n'est pas, dit-il, parce que l'eau provient d'un sol sableux et que le pays est peu habité qu'elle serait de qualité irréprochable ; nos affirmations devraient être étayées par des preuves plus convaincantes que celles fournies jusqu'à ce jour.

Or, en donnant le résultat des forages, nous avons fourni la preuve complète de l'existence d'une eau parfaite. Si notre confrère n'est pas convaincu et croit que la stérilité des eaux des sables est une hypothèse qui attend encore sa démonstration, c'est qu'il ignore sans doute l'expérience faite par des centaines de distributions d'eau de la plaine baltique dont les captages dans les sables peuvent se passer de tout contrôle bactériologique.

Utilisation de l'eau souterraine en Allemagne.

Rien que dans les villes allemandes, 13 à 14 millions d'habitants (63 % de la population des villes) utilisent l'eau souterraine des terrains meubles et l'ont préférée, en raison de ses garanties hygiéniques, aux eaux de surface et aux eaux de terrains fissurés.

Mettre en doute la sécurité hygiénique qu'offrent les eaux des terrains sableux équivaut à ignorer l'état actuel de nos connaissances sur le sujet, c'est soutenir une opinion à laquelle ne se ralliera aucun hygiéniste belge ou étranger.

A défaut de l'opinion d'un hygiéniste, que M. Deblon s'adresse au géologue, qu'il consulte par exemple les travaux de M. van den Broeck.

A la Société de Géologie, en novembre 1909, dans sa communication sur les rivières souterraines filtrées, il insistait sur le fait que les eaux en terrains sableux doivent être préférées à celles des calcaires, faisant seulement, au sujet des eaux ferrugineuses, une restriction qu'il ne fera sans doute plus aujourd'hui en présence des magnifiques résultats obtenus en matière de déferrisation. D'autre part, dans son travail sur les calcaires belges, M. van den Broeck insiste en plusieurs endroits

sur la nécessité d'avoir l'opinion du bactériologue lorsqu'il s'agit d'apprécier des eaux provenant des calcaires, ce qui, hâtons-nous de le dire, est chose tout à fait inutile en terrain sableux.

Comparaison entre la protection naturelle et la protection artificielle de l'eau souterraine.

Et si M. Deblon a besoin d'un exemple concret, pris en Belgique, pour se rendre compte de la différence fondamentale entre les garanties hygiéniques des eaux des calcaires et des eaux des sables, absolues dans le dernier cas, très relatives dans le premier, qu'il compare le captage fait dans le calcaire viséen à Crupet et le captage de la ville de Turnhout dans les sables poederliens. Dans le premier cas, il y a possibilité de communication entre la source captée et le bétoire d'amont, et M. Max Lohest, le savant professeur de géologie à l'Université de Liége, qui a fait l'étude de cette eau, déclare que si cette communication n'a pas été démontrée par des expériences de fluorescéine, elle est néanmoins possible, et qu'on fera bien de mettre du sable dans le bétoire, de surveiller les typhisés de la région et de placer au captage un système de vannes permettant de rejeter le produit de cette source à la rivière.

La Compagnie intercommunale, en exécutant ce captage, a donc dû s'entourer de précautions, et elle doit constamment surveiller la source de la région de captage (voir pp. 1201-1202, de l'ouvrage de MM. van den Broeck, Martel et Rahir).

Nous sommes loin, on le voit, de la protection naturelle de l'eau souterraine.

A Turnhout, au contraire, aucune précaution n'a dû être prise quant aux chances d'infection de l'eau, et le contrôle bactériologique permanent est tout à fait inutile. Si de telles analyses ont été faites en 1908-1909, quatre ans après le captage, c'était simplement pour pouvoir montrer, chiffres à l'appui, que les opérations de la déferrisation sont sans influence sur la qualité bactériologique de l'eau [1].

Tous ces faits suffisent pour garantir, *a priori*, la valeur hygiénique des eaux des sables de la Campine.

---

[1] Dr Henri Schwers, *Recherches sur les eaux souterraines ferrugineuses et manganésifères en Belgique.* (Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique, 1910, pp. 729-849.)

Nouvelles saignées projetées dans la Haute-Belgique.

M. Deblon annonce une étude démontrant qu'il existe dans la Haute-Belgique des sources pouvant alimenter une bonne partie de la Basse-Belgique. Qu'il se hâte de donner sur la valeur de ces eaux d'autres assurances que des présomptions théoriques comme l'on fait MM. van den Broeck, Martel et Rahir dans leur livre sur les calcaires belges.

Qu'il nous montre comment on peut capter ces sources dans de bonnes conditions sans nuire aux intérêts d'un pays habité et cultivé, vivant de son élevage et de ses carrières. Qu'il nous dise comment il compte indemniser les habitants de la région de la houille blanche qu'il leur prend, de leurs carrières dont il arrête l'exploitation, de leurs irrigations et cultures qu'il supprime. Qu'il nous expose enfin comment il compte réaliser l'éloignement des eaux usées, ne pouvant plus compter sur l'auto-épuration dans les rivières dont il réduit le débit.

Les réserves d'eau souterraine dans les calcaires sont illusoires.

Qu'il nous dise comment il s'est assuré de l'existence des réserves d'eau colossales et inépuisables dans les bassins calcaires, dont il nous entretient dans un paragraphe spécial.

Les réserves d'eau souterraine dans les sables de la Campine sont inépuisables.

Quand, en Campine, on parle d'un réservoir contenant des quantités d'eau colossales et inépuisables, on ne fait pas une simple estimation en l'air, mais on énonce un fait qui découle naturellement des résultats des sondages et du levé des nappes. Connaissant l'épaisseur, la surface du sable et sa qualité, on peut calculer la quantité d'eau qu'il renferme.

Pour le terrain calcaire, ce que M. Deblon appelle des couches aquifères, réserves colossales et inépuisables, ce sont des fentes du calcaire remplies d'eau, et à moins qu'il n'ait put déterminer par sondages et relever la quantité d'eau que renferme les fentes du calcaire, — chose que nous serions heureux d'apprendre, — il doit s'en tenir, pour la quantité d'eau contenue dans les bassins calcaires, à des évaluations bien hasardées qui ne sont nullement comparables aux résultats des constatations positives faites en Campine.

Enfin, qu'il compare la quantité et la qualité de ces eaux à celles qui existent dans la Basse-Belgique, et qu'il justifie la nécessité d'y amener de la Haute-Belgique un élément que l'on peut trouver sur place en Campine.

Déferrisation de l'eau.

M. Deblon représente l'étude consacrée par M. Schwers à la déferrisation des eaux de Moll comme « ne pouvant fournir aucun élément d'appréciation sérieux quant à la facilité plus ou moins grande d'une déferrisation éventuelle », puisque M. Schwers a étudié les eaux à un moment où elles contenaient $0^{mgr}50$ à $0^{mgr}64$ Fe/L, et ne les a pas étudiées à un autre moment où, d'après M. Muset, elles contenaient $1^{mgr}4$ à $1^{mgr}6$ Fe/L.

Il est regrettable que notre confrère n'ait pas eu connaissance du mémoire de M. Schwers cité plus haut. M. Schwers montre dans ce travail que, malgré les variations de la teneur en fer, les caractères essentiels d'une eau ferrugineuse se maintiennent, et que, avant tout autre élément d'appréciation, la courbe de déferrisation indique le mieux si une eau se prêtera à une déferrisation facile ou difficile. Par conséquent, en dressant pendant deux jours 4 courbes de déferrisation qui concordent dans la limite des erreurs possibles en matière de dosage du fer, il a obtenu une représentation fidèle de l'allure de la déferrisation de l'eau en tout temps, et il était inutile de tracer de semblables courbes à d'autres moments. En lisant ce travail, M. Deblon verra d'ailleurs, par des exemples, que l'augmentation de la quantité de fer d'une eau déterminée, loin de compliquer les choses, a au contraire pour effet de hâter la déferrisation de l'eau, c'est-à-dire à la rendre plus facile.

D'autre part, nous avons été étonnés d'entendre que l'on se préoccupe des inconvénients pratiques que pourraient entraîner les variations de la teneur en fer et en éléments dissous en général. Ici même, il y a deux ans, M. van den Broeck avait formulé la même objection, et nous nous bornerons à répéter ce que M. Schwers a répondu en séance du 27 avril 1909 dans sa communication : « L'état actuel de la question de la déferrisation des eaux potables [1]. »

La variabilité de la teneur en fer n'entraîne pas de difficulté.

« On a affirmé que la grande variabilité des eaux souterraines » suscitera des difficultés. Or, en Allemagne, en Hollande et en » Belgique, il n'y a pas deux installations qui traitent la même eau.

---

[1] *Bulletin de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie*, t. XXIII, 1909, p. 167.

» Qui plus est, dans une même installation, la teneur en fer (et en » électrolytes : manganèse, matières humiques, chaux, etc.) varie d'un » puits à l'autre et d'un jour à l'autre pour un même puits. *Cette varia-* » *bilité de la teneur en fer, un des caractères essentiels des eaux ferrugi-* » *neuses, n'entraîne aucun inconvénient.* Il suffira de signaler qu'à » Braunschweig (Brunswick), où le taux du fer varie actuellement d'un » puits à l'autre dans le rapport de 1 à 200 ($0^{mgr}3$ à 60^{mgr} Fe/L) et où » la teneur moyenne de l'eau brute a varié en six ans dans le rapport » de 1 à 22 ($0^{mgr}2$ à $4^{mgr}5$ Fe/L), la même installation a toujours réalisé » la déferrisation complète de 12,000 mètres cubes par jour. J'ajouterai » que dans cette installation les variations ont atteint les électrolytes » autres que le fer et que la déferrisation ne s'en est pas ressentie. Il » n'y a donc pas de difficulté de ce côté là. »

Aussi, lorsque M. Deblon conclut, dans le cas spécial de Moll : « il y a lieu de prévoir un système qui puisse s'adapter efficacement » aux fluctuations toujours possibles de la composition chimique des » eaux pompées, » il ne fait qu'énoncer un axiome en matière de déferrisation, et s'il croit par là donner un conseil ou un avertissement à des gens non prévenus, nous le renverrons aux travaux de M. Schwers qu'il ne semble pas connaître. Qu'il lise *Le fer dans les eaux souterraines; La déferrisation des eaux potables en Allemagne et aux Pays-Bas; L'état actuel de la déferrisation des eaux potables; L'importance actuelle de la déferrisation des eaux potables et industrielles; Le fer et le manganèse dans les eaux souterraines;* et enfin les *Recherches sur les eaux souterraines, ferrugineuses et manganésifères en Belgique.* Ces travaux lui démontreront, chiffres et diagrammes à l'appui, que dans nombres de distributions d'eau d'Allemagne, de Hollande et de Belgique, les systèmes de déferrisation les plus différents ont parfaitement rempli leur but malgré des fluctuations journalières, hebdomadaires, mensuelles et annuelles observées pendant des années.

Les remarques qui précèdent neutralisent aussi la critique présentée par M. R. d'Andrimont. En admettant que le pompage produise un appel d'eau venant de couches profondes contenant de la glauconie et qu'il en résulte la variabilité constante de la teneur de l'eau en fer, la déferrisation n'en sera nullement compliquée.

Prix de revient de l'eau.

On conçoit que l'une des premières préoccupations des administrations communales est de connaître le prix de revient de l'eau qui lui est proposée.

Cette question de prix de revient est fort complexe; nous allons le montrer par un exemple.

Peu de temps après la publication de notre premier mémoire sur l'*Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine*, l'Administration communale de Malines, qui a mis à l'étude depuis longtemps déjà l'importante question de l'alimentation de cette ville, nous fit l'honneur de nous demander notre avis sur l'opportunité d'une dérivation d'eau captée dans la région dont nous avions mis les ressources en lumière.

Nous n'hésitâmes pas à répondre que s'il était rationnel, pour la ville de Malines, de ne recourir, sous aucun prétexte, à une alimentation basée sur l'utilisation d'une eau de surface, fût-elle purifiée par les méthodes les plus perfectionnées, le sacrifice que la ville aurait à consentir pour dériver à son seul profit l'eau des sables de Moll ne serait pas justifié. Que, du reste, elle avait fait étudier un projet de captage d'eau dans la région de Steen-Ockerzeel et que ce projet mériterait la préférence aussi longtemps qu'une distribution régionale d'eau à provenir de la Campine anversoise ne serait pas à l'ordre du jour.

M. Deblon a déclaré qu'en fixant à 40 francs le prix de premier établissement de la distribution d'eau, par tête d'habitant, nous avons adopté un chiffre de base trop faible. Par quelques exemples il a voulu démontrer que cette dépense s'élèverait de 50 à 90 francs, soit en moyenne à 70 francs par tête.

Ce qui peut être vrai pour des communes isolées devient faux pour des associations de communes. Si l'on prenait au hasard vingt communes de la province d'Anvers, qu'on établisse vingt prises d'eau, qu'on construise vingt usines armées de 40 machines élévatoires (puisqu'il faut dans chaque usine une machine de réserve), qu'on installe vingt déferriseurs, nous sommes tentés de croire que la dépense dépasserait notre prévision. M. Deblon aurait encore raison s'il admettait que nous puissions proposer à une seule ville, fût-elle même importante, — Malines par exemple, — d'établir une dérivation d'eau de Moll pour son alimentation exclusive. Son éloignement de la prise d'eau rendrait pareille conception irréalisable, vu son coût. Au contraire, que l'association de groupes de communes et de villes se fasse, la solution du problème devient économique [1]. Nous n'avons pas dit

---

[1] M. Deblon prétend que l'estimation de 40 francs par tête d'habitant est théorique. Or voici justement que l'Allemagne nous offre l'exemple récent d'une estima-

autre chose. Non sans raison nous pouvons affirmer que ce passage du mémoire de notre confrère repose sur une erreur, puisque dans un avant-projet d'alimentation de deux communes, remis à l'Administration supérieure, la dépense par tête d'habitant n'atteint pas le chiffre que nous avons annoncé. Encore est-il à noter que la prise d'eau, l'usine élévatoire, les machines et les appareils de déferrisation étant capables d'un service double de celui qui leur sera imposé, puisque le pompage ne se fera que pendant les heures de jour, la participation d'autres communes ramènerait probablement le prix de revient à un chiffre encore plus faible.

Nous n'avons donc péché que par excès de prudence.

*
* *

Nous avons donné la démonstration que nous sommes dans des conditions infiniment meilleures que dans les bassins les mieux constitués de la Belgique; aussi longtemps que la géologie sera invoquée pour appuyer les déductions hydrologiques, c'est en vain que l'on opposera des dénégations à nos affirmations.

---

tion semblable. Pour la distribution régionale du Wurtemberg, qui doit alimenter en eau des sables et graviers Stuttgart et le pays voisin, on compte sur une dépense de 15 à 16 millions de marcs pour fournir l'eau à 400,000 habitants répartis sur 925 kilomètres carrés. Si l'on veut bien tenir compte de la situation économique de l'Allemagne, qui fait que le marc correspond à notre franc, on reconnaîtra qu'en évaluant la dépense à 6 à 8 millions de francs pour 150,000 à 200,000 habitants, nous avons évalué le coût d'exécution du projet de la Campine de la même façon que l'auraient fait les hygiénistes allemands qui n'en sont plus à leur coup d'essai en matière de distributions régionales.

Nous citerons un second exemple pris cette fois en Belgique. Il y a quelques années, feu M. Beaulieu, ingénieur en chef de la province de Liége, proposait l'établissement d'une distribution d'eau appelée à desservir les communes de Berneau, Richelle, Argenteau, Cheratte, Wandre, Jupille, Bressoux, Grivegnée, Chênée, Vaux, Bombaye, Dalhem, d'une population globale de 50,000 habitants. La dépense devait s'élever à 1,380,674 francs, ce qui nous donne le chiffre de 26 francs par tête d'habitant. Le nombre de distributions d'eau établies dans la province de Liége garantit que le chiffre de dépenses prévu était bien calculé. Ajoutons que le projet portait à 100 litres la ration journalière par tête d'habitant.

ALIMENTATION EN EAU POTABLE
DE LA BASSE-BELGIQUE ET DU BASSIN HOUILLER DE LA CAMPINE

DE LA

VALEUR DES EAUX DE LA CAMPINE

DEUXIÈME NOTE

PAR

A. DEBLON
Ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées,
Ingénieur en chef de la Compagnie intercommunale bruxelloise des Eaux.

SOMMAIRE :

Pages.

INTRODUCTION 157
Commission des Eaux de la province d'Anvers 159

CHAPITRE PREMIER.

VOLUME D'EAU DISPONIBLE EN CAMPINE. — THÈSE DE MM. PUTZEYS ET RUTOT.

§ 1er. — Existence du courant souterrain. 162
§ 2. — Vitesse de translation des eaux souterraines 163
§ 3. — Importance du courant souterrain 164
I. Grosseur des grains de sable de Moll 164
II. Grande quantité d'eau contenue dans le sable de Moll, non rétentif . 168
III. Comparaison de la plaine campinoise avec la plaine baltique et notamment avec la région de Berlin 169
IV. Les résultats du puits de Turnhout 170
V. Les résultats du puits d'essai de Moll 172
a) Surface de la zone influencée 173
b) Influence des pluies tombées pendant la période de pompage . 175
c) Conclusion. 178

CHAPITRE II.

Le terrain communal de Moll. — Discussion de son rendement 179

CHAPITRE III.

Quelques observations et rectifications nécessaires.

§ 1er. — Rendement du bassin de Moll par comparaison avec celui du Hain . 182
§ 2. — Rendement du bassin de la Campine, suivant M. Deblon. 183
§ 3. — Débit du Hoyoux et des sources de Modave. 183
§ 4. — Objections contre l'emploi de l'eau de Meuse filtrée 184
§ 5. — Ressources en eau potable disponibles en Belgique 184
§ 6 — Direction du courant souterrain 185
§ 7. — Tracé de la nappe phréatique artificielle. 185
§ 8. — La déferrisation, sa nécessité et son coût 185
§ 9. — Méthode employée pour la détermination de l'ammoniaque albuminoïde. 188

CHAPITRE IV.

Qualité des eaux a capter.

Conclusions 189

INTRODUCTION

La communication que nous avons eu l'honneur de faire à la séance du 17 janvier 1911 de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, au sujet de la valeur des eaux de la Campine, a suscité, de la part de nos collègues MM. Putzeys et Rutot, une réponse qui a été lue en séance du 21 février dernier, sous le titre de : *Contribution nouvelle à l'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine.*

Dans cette réponse, nos collègues, au lieu de s'attacher uniquement à produire des arguments sérieux en faveur de leur projet d'utilisation des eaux de la Campine, ont jugé bon de faire dévier le débat en attaquant la valeur des eaux issues des terrains calcaires. Libre à MM. Putzeys et Rutot d'adopter semblable tactique; mais il ne nous convient pas de les imiter, pas plus qu'il n'entre dans nos intentions de répondre à des argûments d'ordre scientifique par des appréciations d'allure personnelle, qui ne pourraient que nuire à la dignité de nos discussions au sein de la Société de Géologie et d'Hydrologie.

Nous nous bornerons donc au seul examen de la valeur des eaux de la Campine. Mais, avant d'aborder le fond et afin de dissiper tout malentendu, nous croyons utile de confirmer que la Compagnie intercommunale bruxelloise des Eaux n'a absolument aucun intérêt à s'occuper du projet de la Campine.

Si l'ingénieur en chef de cette Société, obéissant à des préoccupations d'ordre exclusivement scientifique, a entrepris l'examen du projet de MM. Putzeys et Rutot, c'est évidemment en son nom personnel et non comme fonctionnaire de la compagnie précitée qu'il a cru devoir étudier cette question. Son intervention se justifie à suffisance par sa double qualité d'hydrologue, ayant eu l'occasion d'exécuter des captages dans la plupart des sables aquifères de Belgique, et de membre de la Société belge de Géologie.

Tous ceux qui font partie de cette Société ont évidemment le droit de soumettre à la critique scientifique un projet d'alimentation d'eau que ses auteurs ont présenté, en 1904, à l'appréciation de la Société belge de Géologie et qui a été ensuite publié et résumé dans les journaux spéciaux ou quotidiens.

Que peut-il d'ailleurs résulter de cette critique?

Si le projet est établi sur des bases inattaquables, il n'a rien à redouter de l'examen le plus approfondi; laisse-t-il, au contraire, à désirer sous quelque rapport, le signalement des défauts ou lacunes permettra de l'améliorer ou de le modifier avant la mise à exécution, alors que les dépenses ne sont pas irrémédiablement engagées. En conviant les administrations publiques à la prudence, en les engageant à s'entourer de toutes les précautions, pour ne pas courir au-devant de déboires, nous ne croyons pas, comme le disent MM. Putzeys et Rutot dans leur troisième mémoire, leur rendre un mauvais service.

Si nos honorables collègues ont eu le mérite — après plusieurs autres d'ailleurs — d'attirer l'attention des pouvoirs supérieurs et des administrations publiques sur les ressources en eau potable que pourrait présenter la région campinoise, il n'en est pas moins vrai que leurs affirmations quant à la base essentielle du projet : la quantité d'eau disponible, exigeaient des éclaircissements complémentaires. Ils l'ont tellement bien compris qu'ils déclarent dans leur dernier mémoire (1), d'une part, que nous leur avons « rendu indirectement » service en les obligeant à poser les termes du problème de l'eau de la » Campine sous une forme plus concrète et plus précise », d'autre part, « que les administrations publiques qui *attendent la preuve de leurs* » *affirmations* (2), agissent sagement en estimant qu'il importe pour » elles de surseoir à toute décision jusqu'au moment où, après examen » impartial fait par des hommes en dehors de tout milieu où pourraient » se heurter des intérêts opposés, cette décision pourra être prise en » parfaite connaissance de cause ».

Nous ne nous dissimulons pas qu'il est peut-être téméraire de notre part de formuler des doutes ou des critiques concernant un projet qui résulte, comme veulent bien le rappeler nos collègues dans leur troisième mémoire, « de l'union des connaissances et des efforts du profes- » seur du cours d'hygiène de l'Université de Liége, de l'ingénieur en

---

(1) Page 6.

(2) Non souligné dans le texte original.

» chef des travaux publics et du service des eaux de la ville de Bruxelles, » de l'ingénieur des mines géologue, conservateur au Musée d'Histoire » naturelle de Bruxelles, et enfin de la collaboration de MM. les » docteurs Schoofs et Schwers », respectivement préparateur du cours d'hygiène à l'Université de Liége et attaché à l'Institut d'hygiène de la même université, « qui, par leur intelligence et leur travail, se sont » fait un nom en Belgique dans les branches de la science réclamant » l'intervention du bactériologiste et du chimiste ».

Mais puisqu'ils reconnaissent que, même après la publication des deux premiers mémoires, les administrations publiques *attendent la preuve de leurs affirmations*, nos collègues devraient excuser ceux qui, comme nous, ne se sont pas sentis convaincus par les preuves qu'ils fournissent à l'appui de leur projet, notamment en ce qui concerne la base essentielle : *le volume d'eau disponible.*

Commission des Eaux de la province d'Anvers.

La question des eaux de la Campine présente une importance toute particulière pour les habitants de la province d'Anvers; elle mérite certainement qu'on l'étudie d'une façon approfondie. S'il était démontré que le bassin de Moll peut fournir l'eau potable nécessaire aux populations de la province d'Anvers, que cette solution est réellement pratique et qu'il n'y en a pas d'autre meilleure, il en résulterait un grand bien au point de vue de l'hygiène publique.

C'est afin d'élucider cette question d'un intérêt si considérable que M. le comte de Baillet Latour, gouverneur de la province d'Anvers, a provoqué la nomination d'une commission spéciale qui disposera des ressources financières nécessaires pour permettre aux trois géologues et techniciens bien connus : MM. Lohest, Questienne et Kaisin, de faire les études indispensables pour solutionner le problème. Nos trois collègues de la sous-commission technique ont pour mission de répondre aux questions suivantes :

I. *a*) Quelle est l'étendue et l'importance de la nappe aquifère dont l'existence a été signalée par MM. Putzeys et Rutot, à l'Est de la province d'Anvers et dans le Limbourg?

b) Quel est le mode d'alimentation de cette nappe et quelle est l'importance des ressources aquifères que celle-ci pourrait fournir quotidiennement sans s'appauvrir?

Examiner cette question successivement :

1° En limitant la nappe aux sables blancs de Moll;

2° En l'étendant aux sables sous-jacents et de ceinture.

II. Peut-on affirmer que l'on pourra extraire des couches renfermant la nappe, une eau possédant toutes les qualités requises pour une bonne eau alimentaire, et notamment la qualité de l'eau extraite exclusivement des sables de Moll permettrait-elle de la débiter directement comme eau potable, sans lui faire subir des opérations de déferrisation ou de démanganisation?

III. *a*) Ne faut-il pas craindre l'abaissement général du niveau de cette nappe sous l'influence de pompages amenant au jour respectivement 50 000, 100 000, 150 000 mètres cubes par vingt-quatre heures dans une proportion telle que l'extraction de ces quantités d'eau par siphonnement, comme MM. Putzeys et Rutot la proposent, deviendra impossible, notamment en période de bas niveau?

b) Quelle sera l'influence de pompages atteignant respectivement 50 000, 100 000, 150 000 mètres cubes par vingt-quatre heures sur l'hydrographie de la Campine et notamment dans quelle mesure faut-il craindre l'asséchement des terrains et des canaux et la réduction du débit des cours d'eau sous l'influence de ces pompages?

IV. La qualité de l'eau pourrait-elle être compromise par suite du développement d'agglomérations importantes en Campine?

V. Le développement des travaux miniers sous la partie Sud de la nappe pourrait-il avoir une influence sur la richesse aquifère de celle-ci?

VI. Avez-vous « au point de vue purement géologique et hydrologique » des observations ou des objections à présenter relativement au projet de MM. Putzeys et Rutot, de prélever dans les sables de la Campine la quantité d'eau potable nécessaire pour alimenter la « province d'Anvers »?

Si nos collègues MM. Lohest, Questienne et Kaisin parviennent à répondre d'une façon catégorique à toutes les questions posées, ils auront, ainsi que Messieurs les membres de la Commission provinciale des Eaux, rendu un service important aux populations de la province d'Anvers et grandement contribué aux progrès de la science hydrologique.

Et puisqu'il existe un organisme officiel chargé d'examiner à fond les bases du projet de MM. Putzeys et Rutot, nous pourrions nous dispenser de répondre au troisième mémoire de nos honorables collègues. Si nous croyons devoir encore intervenir dans la discussion, c'est qu'il nous a paru indispensable de soumettre à un nouvel examen les arguments qu'ils invoquent à l'appui de leur thèse. Que Messieurs les membres de la sous-commission technique veuillent bien nous

excuser si nous paraissons empiéter quelque peu sur leurs attributions en tâchant d'élucider certains points restés douteux et en signalant diverses anomalies relevées dans les trois mémoires de MM. Putzeys et Rutot.

Bien que nous persistions à ne pas partager l'optimisme des auteurs du projet quant au volume d'eau disponible en Campine, nous désirerions vivement, dans l'intérêt des populations de la province d'Anvers, ne pas voir confirmer nos prévisions quelque peu pessimistes. Il résulte malheureusement des études auxquelles nous nous sommes livré, que, à notre avis, on se fait des illusions sur les ressources en eau potable disponibles en Campine. Si la sous-commission technique, qui dispose de moyens d'investigation et de ressources financières que nous ne possédons pas, arrivait à une conclusion contraire à la nôtre et s'il était démontré que nous nous sommes trompé dans l'exposé de notre thèse, nous sacrifierions notre amour-propre sur l'autel de l'intérêt public.

Cela dit, nous ne nous attarderons pas à répondre point par point aux trois mémoires de nos collègues; nous nous bornerons à rappeler la thèse de MM. Putzeys et Rutot; nous ferons l'énumération aussi complète que possible de leurs arguments et en même temps nous indiquerons les observations qu'ils nous suggèrent; dans un chapitre spécial, nous signalerons pourtant quelques observations et rectifications jugées nécessaires; enfin, nous dirons un mot de la qualité de l'eau et terminerons notre étude par des conclusions très sommaires.

CHAPITRE Ier.

Volume d'eau disponible en Campine.

Thèse de MM. Putzeys et Rutot.

En 1904, on annonce que la Campine pourra fournir 100 000 mètres cubes par jour aux 1 700 000 habitants des deux Flandres.

En 1908, la zone des *65 000* hectares des environs de Moll est représentée comme pouvant fournir *250 000* à *300 000* mètres cubes par vingt-quatre heures, à raison d'un rendement moyen de *5* mètres cubes par hectare-jour, aux *4 000 000* d'habitants que compteront bientôt les deux Flandres et les provinces d'Anvers et de Limbourg.

En janvier 1910, après des essais de pompage effectués sur un puits

filtrant, on escompte pour un terrain d'environ *280* hectares de superficie, un rendement journalier de *12 000* à *15 000* mètres cubes, soit environ *50* mètres cubes à l'hectare.

En février 1911, et en réponse à notre communication au sujet de la valeur des eaux de la Campine, nos collègues attribuent, par comparaison avec le bassin du Hain, qui mesure *4 940* hectares et qui produit environ *27 000* mètres cubes par jour, un rendement de *530 000* mètres cubes par jour à la zone des *65 000* hectares des environs de Moll, c'est-à-dire une moyenne d'environ *8* mètres cubes à l'hectare-jour.

Pour justifier de tels rendements, nos collègues invoquent principalement l'existence d'un courant d'eau souterrain coulant dans la direction du Nord; et, comme indice de la puissance de ce courant, ils citent notamment les résultats « inespérés » obtenus par pompages sur un puits filtrant, dont le débit a été de 500 mètres cubes pour un rabattement de $2^{m}50$. Rappelons que le cône d'influence dessiné à l'échelle de 1 à 1 000 dans les deux derniers mémoires de nos collègues mesure à peine un hectare et demi de superficie, de telle sorte que le rendement à l'hectare serait de *333* mètres cubes par vingt-quatre heures.

§ 1. Existence du courant souterrain.

Pour essayer de prouver l'existence du courant souterrain, nos collègues dessinent une coupe géologique montrant que les sables aquifères reposent sur un soubassement de sables diestiens, fins, très argileux, jouant, d'après eux, le rôle de couche imperméable, incliné vers le Nord de 6 à 7 mètres par kilomètre. Comme la nappe aquifère libre est elle-même inclinée dans la même direction, nos collègues en déduisent que les eaux souterraines doivent être animées d'un mouvement de translation plus ou moins lent du Sud vers le Nord.

Tout en laissant aux géologues le soin de déterminer jusqu'à quel point les sables diestiens peuvent être considérés comme formant un soubassement *imperméable*, nous croyons devoir signaler qu'à Montaigu, le sable diestien est très aquifère et très perméable, puisque le puits de la distribution d'eau foncé dans ce terrain est capable de fournir *700* mètres cubes par vingt-quatre heures pour un rabattement d'environ *5* mètres de la nappe phréatique.

Sous cette réserve, on aurait donc affaire à un courant tout à fait

semblable à celui qui doit exister dans les sables bruxelliens du bassin du Hain, de la forêt de Soignes et d'une grande partie du Brabant.

Là, on a sûrement un soubassement imperméable constitué par l'argile yprésienne, incliné vers le Nord à raison de 5 mètres par kilomètre et supportant des sables yprésiens et bruxelliens aquifères sur 25 à 30 mètres et parfois davantage. « A environ 18 mètres sous » l'argile asschienne, il existe un immense réservoir d'eau en mouve- » ment, s'écoulant avec lenteur, mais d'une manière continue du Sud » au Nord et complètement indépendant du réservoir supérieur dont » les eaux suivent une marche parallèle. C'est dans ce réservoir » inférieur que l'on prend déjà une grande partie de l'eau nécessaire à » Bruxelles. » Cette citation est empruntée à une note de MM. Rutot et van den Broeck reproduite dans le rapport adressé en 1893 au Collège de Bruxelles au sujet de l'extension du service des eaux par notre collègue M. E. Putzeys.

Il est possible — mais ce n'est pas démontré — qu'il existe dans la région campinoise un courant d'eau souterrain; toutefois, au lieu de procéder par déductions ou par simples affirmations, nos collègues avaient pour devoir de prouver l'existence de ce courant en même temps qu'ils auraient déterminé la vitesse de translation des eaux souterraines; c'eût été une excellente occasion d'appliquer les méthodes de Thiem ou de Slichter, que MM. F. et E. Putzeys décrivent dans leur traité de 1907 relatif à l'alimentation urbaine en eau potable et que nous croyons utile de rappeler pour ceux de nos collègues qui n'auraient pas encore eu l'occasion de les étudier.

§ 2. Vitessse de translation des eaux souterraines.

Pour connaître la vitesse de translation de l'eau à travers les mailles du terrain, on peut procéder d'après la *méthode de Thiem*.

On établit sur le trajet probable de l'eau, c'est-à-dire dans une direction normale aux courbes de niveau d'eau, deux forages, dont la distance est mesurée exactement.

Dans le puits amont, on introduit du chlorure de sodium; on prélève des échantillons d'eau dans le puits aval, à des intervalles de temps réguliers; la teneur en chlore révélée par l'analyse permet d'estimer la vitesse de propagation si l'on construit une courbe dont les points

sont obtenus en portant sur la ligne des abscisses les temps et sur la ligne des ordonnées les teneurs en chlore correspondantes.

Nous signalons également la méthode de Slichter (fig. 1).

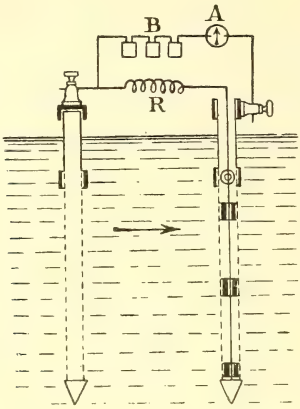


Fig. 1.

Deux puits tubés à parois perforées pour permettre le passage de l'eau sont foncés dans la couche aquifère. On intercale ces puits dans un circuit électrique avec interposition d'une batterie B, d'une résistance R et d'un ampèremètre A. Le fil qui part de la paroi du puits aval est relié à un pôle de la batterie; l'autre pôle est mis en rapport à la fois avec la paroi du puits amont et avec une électrode isolée suspendue dans le puits aval. On introduit dans le puits amont une solution électrolytique (du chlorure d'ammonium par exemple) qui se dissout et est entraînée vers l'aval par l'eau.

La translation de la solution par le courant est décelée par le déplacement graduel de l'aiguille de l'ampèremètre; son arrivée au point aval est dénoncée par un déplacement brusque.

§ 3. Importance du courant souterrain.

En vue de prouver l'importance du courant souterrain, nos honorables collègues invoquent les constatations ou les arguments indiqués et analysés ci-après :

I. *Grosseur des grains du sable de Moll.*

Page 9 de leur deuxième mémoire, nos collègues écrivent que « les » grains du sable de Moll ont un volume double de ceux du sable

» bruxellien, dont on connaît, par expérience, les beaux rendements » d'eau. La résistance que le sable de Moll oppose à la circulation de » l'eau doit être, théoriquement, quatre fois moins grande que la » résistance opposée par le Bruxellien, et il est à noter que souvent » dans ce dernier, on rencontre des marnes rétentives. »

A défaut de tamis convenables, une mesure directe faite sur des grains de sable de Moll observés avec une loupe très puissante nous a permis de reconnaître que la grosseur des grains varie de 1 à 5 dixièmes de millimètre; la majeure partie des grains ont environ 3 dixièmes de millimètre comme dimension maxima.

Dans leur traité prérappelé, MM. F. et E. Putzeys établissent la classification suivante des graviers et des sables :

« On appelle gros gravier, les grains ayant plus de 7 millimètres de diamètre;

» Gravier moyen, les grains ayant de 4 à 7 millimètres de diamètre;

» Gravier fin, les grains ayant de 2 à 4 millimètres;

» Gros sable, les grains ayant de 1 à 2 millimètres;

» Sable moyen, les grains ayant de $0^{mm}3$ à 1 millimètre de diamètre;

» Sable fin, les grains ayant moins de $0^{mm}3$ de diamètre. »

D'après cette classification, le sable blanc de Moll, dont la majeure partie des grains ne dépassent pas 3 dixièmes de millimètre, se rapprocherait plutôt des sables *fins* que des sables *moyens*, qui mesurent de 3 dixièmes de millimètre à 1 millimètre de diamètre.

Or, si la quantité d'eau contenue dans un sable augmente avec sa finesse, la proportion d'eau qu'on peut lui soutirer par pompage ou par drainage diminue très rapidement avec la grosseur du grain. Nul n'ignore qne le sable yprésien, dont le grain mesure environ 1 dixième de millimètre, contient énormément d'eau, mais qu'il la retient énergiquement et n'en laisse prélever qu'une infime proportion.

Le sable blanc de Moll, de composition très homogène, peut-il être utilement comparé au sable bruxellien, comme le font nos collègues? Nous ne le pensons pas. Bien qu'en général le Bruxellien soit plus fin et plus rétentif, il ne faut pas perdre de vue que presque partout il renferme de nombreux bancs de rognons calcareux qui ont pour effet de rendre inopérante toute comparaison avec le sable blanc de Moll. Du chef de la présence des bancs de moellons calcareux intercalés dans les sables bruxelliens, ceux-ci ont un régime hydrologique souterrain tout particulier; on y constate parfois des sources puissantes

semblables à celles des terrains calcareux, telle celle de Plancenoit qui donnait 1 400 mètres cubes par vingt-quatre heures. De plus, ces sables sont susceptibles de fournir des débits réellement extraordinaires, bien supérieurs à ceux obtenus sur le puits de Moll. A l'appui de cette allégation, nous citerons les trois exemples suivants :

A. — A *Plancenoit*, il existe dans le sable bruxellien un puits de 20 mètres de profondeur (voir coupe fig. 2), composé d'un premier tubage de 0m80 de diamètre et d'un second de 0m60 ; l'eau pénètre dans le puits par l'intervalle annulaire AB et par le fond CD.

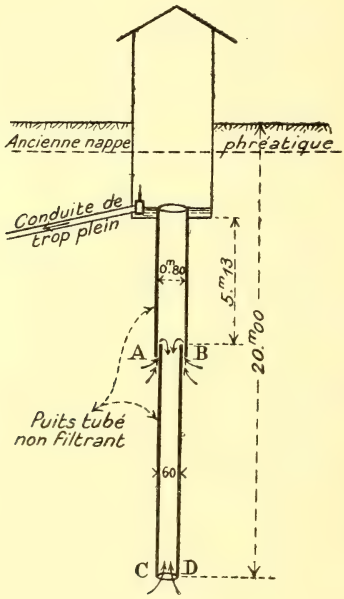


Fig. 2.

Sous un rabattement de la nappe primitive d'environ 8 mètres et de 5 mètres en contre-bas du trop-plein actuel, qui débite 1 700 mètres cubes par vingt-quatre heures lorsqu'on ne pompe pas, le puits peut donner un volume journalier de 3 500 mètres cubes. Fait curieux, la source de 1 400 mètres cubes dont nous avons parlé tantôt et située à une trentaine de mètres du puits disparut complètement lors des premiers pompages et n'a jamais plus rien donné, bien que son émergence soit située à un niveau inférieur à celui de la conduite de décharge du puits.

B. — A *Braine-l'Alleud*, le puits communal foncé pour la distribution d'eau présente la coupe suivante :

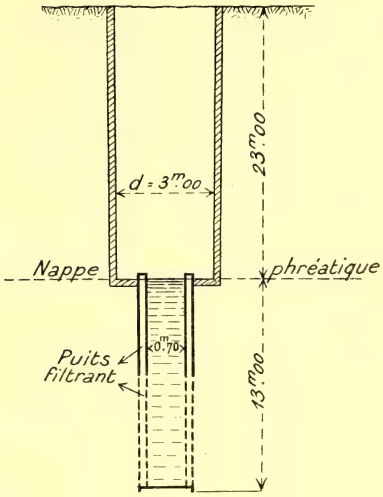


Fig. 3.

Pendant les premiers pompages d'essai, la crépine du tuyau d'aspiration se trouvait à environ 8 mètres de profondeur sous la nappe phréatique et le débit relevé ne dépassait guère 850 mètres cubes par vingt-quatre heures, pour un rabattement de 7 mètres.

On eut l'idée de descendre la crépine d'aspiration au fond du puits filtrant qui avait traversé au moins une douzaine de bancs de moellons de 0^m20 à 0^m40 d'épaisseur. On avait à peine pompé quelques heures et aspiré les sables meubles intercalés entre les lits de moellons qu'on constatait un relèvement notable de l'eau dans le puits et une augmentation de débit considérable. Sous un rabattement qui ne dépassait plus 5 mètres, on obtenait un débit de plus de 2 000 mètres cubes par vingt-quatre heures.

C. — A *Waterloo*, le puits de la distribution d'eau a 4 mètres de diamètre intérieur et 7^m50 de profondeur. Son fonçage dans le sable bruxellien n'a pu se faire qu'à l'aide d'épuisements dont l'importance atteignit environ 10 000 mètres cubes par vingt-quatre heures, au niveau du fond du puits.

Pour un rabattement de 4^m75 de la nappe en contre-bas du trop-plein, on a constaté un volume de 8 500 mètres cubes d'eau par jour, et, pour une dépression de 0^m90, les pompages exécutés au moyen des

pompes de l'usine élévatoire ont donné 3 500 mètres cubes par vingt-quatre heures.

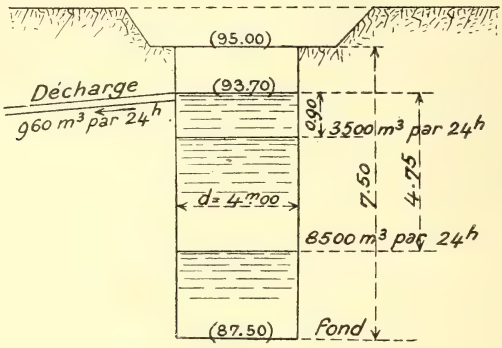


Fig. 4. — Puits de Waterloo.

Ces trois exemples, qui constituent des faits acquis, indéniables, nous paraissent autoriser la conclusion que la comparaison du sable de Moll et du sable bruxellien n'offre aucune pertinence et qu'en tout cas elle est largement à l'avantage du Bruxellien.

II. *Grande quantité d'eau contenue dans le sable de Moll, peu rétentif.*

D'après nos collègues, le sable de Moll contiendrait de 300 à 350 litres d'eau par mètre cube. Ce sable serait peu rétentif, ce qui permettrait donc d'en extraire des volumes d'eau considérables.

Nous avons vu que ce sable est en somme un sable fin et qu'à ce titre il doit être plus rétentif que ne se le figurent nos collègues; en tout cas, pour éviter toute discussion à ce sujet, les auteurs du projet auraient pu déterminer, par une expérience directe, facile à faire d'ailleurs, quelle est la proportion d'eau que ce sable peut fournir et celle qu'il retient à cause de l'attraction moléculaire. Nous sommes convaincu que nos collègues de la sous-commission technique des eaux de la province d'Anvers feront moins de déductions que les auteurs du projet, mais procéderont par contre à quelques essais pratiques qui les fixeront sur le pouvoir rétenteur du filtre sableux, sur la vitesse de translation des eaux souterraines et, si possible, sur le débit du courant souterrain.

III. *Comparaison de la plaine campinoise avec la plaine baltique et notamment avec la région de Berlin.*

Nos collègues comparent [1] la situation de la Campine sous le rapport aquifère à celle qui a été reconnue et mise à profit depuis de longues années dans une région très étendue de l'Allemagne (la plaine baltique) où les conditions géologiques et hydrologiques seraient pour ainsi dire identiques à celles qu'ils ont déterminées et signalées pour la plaine campinoise.

Ils nous opposent surtout l'exemple de Berlin [2] qui, actuellement, s'alimente uniquement en eau souterraine.

De même qu'il ne convient pas de comparer le sable de Moll avec le sable bruxellien, nous pensons qu'on ne peut raisonnablement se baser sur la grande puissance aquifère du sous-sol berlinois pour conclure à l'importance du courant souterrain qui traverse les sables fins de Moll. Nous sommes convaincu que les conditions géologiques ne sont pas du tout identiques et que la chose sera mise en lumière à la suite des études de la sous-commission des eaux d'Anvers.

Si, comme veulent bien le faire observer nos honorables collègues, une distinction doit être faite entre un météorologiste et un baromètre, il apparaît que la même distinction s'applique aussi logiquement *aux sables fins de Moll* et au *sous-sol de nature graveleuse* qui fournit l'eau aux habitants de Berlin.

Nous disons : le sous-sol *de nature graveleuse*, et nos honorables collègues ne nous reprocheront certes pas d'avoir travesti leur pensée, s'ils veulent bien relire ce que deux d'entre eux ont écrit, en septembre 1907 [3], à propos de la distribution d'eau de Berlin.

Nous transcrirons d'ailleurs littéralement :

« Au Tegel, les travaux existants et abandonnés ont été repris et com-
» plétés; à l'heure présente, l'eau est prélevée dans la couche aquifère
» souterraine à l'aide de 118 puits reliés au puits d'exhaure général par
» des siphons; au Mugel, les travaux projetés comporteront 350 puits
» également reliés à un puisard général. Ici, le développement des
» trois siphons atteint 9 kilomètres, et le tuyau général d'amenée a le

---

[1] Page 1 du troisième mémoire.

[2] Page 14 du troisième mémoire.

[3] *L'alimentation urbaine en eau potable,* déjà cité, page 54.

» diamètre de 1m20. Quant aux puits, la *nature graveleuse du sous-sol* (1)
» a permis d'adopter un dispositif peu compliqué. Chaque puits
» consiste en un simple tuyau Mannesman de 23 centimètres de dia-
» mètre, dans lequel est logé concentriquement, avec intercalation
» d'un joint hermétique en caoutchouc, un second tuyau avec toile
» métallique, de 12 mètres de hauteur utile, plongeant dans la couche
» aquifère. »

Il est donc établi par MM. Putzeys eux-mêmes que le sous-sol des environs de Berlin, *de nature graveleuse,* — et nos collègues connaissent la distinction à faire entre les *graviers* et les *sables,* — n'est pas du tout le même que celui des environs de Moll, constitué par des sables plutôt *fins* et en tout cas peu comparables avec du gravier.

IV. *Les résultats des puits de Turnhout.*

D'après nos collègues, les quatre puits de Turnhout donnent, au pompage, pour 5 mètres de rabattement et par vingt-quatre heures, 2 500 mètres cubes, soit 625 mètres cubes par puits; le plan d'eau s'établit à 7 mètres sous la surface du sol; la couche aquifère qui les alimente est indépendante de la première nappe phréatique qui se tient à 1 mètre sous la surface du terrain et se trouve séparée de la couche aquifère mise à contribution par un plafond d'argile de 6 mètres d'épaisseur.

Les puits ont été foncés dans le Moséen; le sondage, après avoir rencontré des alternances de sable et d'argile, a ensuite pénétré dans le sable *fin*, *pur*, d'épaisseur non déterminée.

Les puits ont 40 mètres de profondeur; ils se composent de 9 mètres de partie filtrante, insérée dans les *sables fins,* et de 27 mètres de partie étanche tubée, surmontée elle-même de 4 mètres de puits d'accès en maçonnerie. (Voir fig. 5, p. 172.)

Telle est la description textuelle que font des puits de Turnhout nos confrères MM. F. et E. Putzeys, dans leur traité d'alimentation urbaine en eau potable, de 1907.

D'après cette citation, aucun doute n'est possible : la partie filtrante des puits est insérée dans les *sables fins;* ce sont donc des sables fins qui fourniraient l'eau aux puits en question.

---

(1) Ces mots ne sont pas soulignés dans le texte original.

Mais si on établit la coupe des puits d'après la note précédente et si, ensuite, on y rapporte les diverses catégories de terrains telles qu'elles résultent du mémoire de MM. Putzeys et Rutot, paru en 1908 (1), on constate immédiatement que la partie filtrante des puits, au lieu d'être insérée dans les sables *fins*, plonge, sur 4 mètres d'épaisseur, dans un amas de lignite xyloïde en gros fragments empâtés dans du sable *grossier*, *graveleux ;* sur les cinq derniers mètres, le filtre est inséré dans du sable *très grossier*, avec traces de lignites et concrétions ferrugineuses vers le bas (2).

Nos collègues connaissent parfaitement la distinction qu'on doit faire entre des sables *fins* et des sables *grossiers*, *très grossiers* ou *graveleux*. Si, comme nous le supposons, c'est la coupe géologique de 1908, établie par M. Rutot, qui doit être retenue, on a donc affaire à un terrain de tout autre composition que le sous-sol des environs de Moll. Ici encore la comparaison ne paraît pas plus pertinente que dans les deux cas précédents. Mais si cet exemple ne peut en aucune façon prouver en faveur de la puissance aquifère des sables de Moll, il montre, en tout cas, comment nos collègues, malgré leur notoriété, ont pu se tromper en affirmant, en 1907, que le sable mis à contribu-

---

(1) Pages 12 et 13 du premier mémoire.

(2) Nous reproduisons textuellement la coupe indiquée dans le premier mémoire de MM. Putzeys et Rutot, d'octobre 1908, pour le

SONDAGE DE NIEUWE BOSSCHEN.

(*Puits de la distribution d'eau de la ville de Turnhout.*)

Cote de l'orifice : 31.80.

	de	à	Épaisseur
1. Sable fin, jaune, hétérogène	0.00	1.40	1.40
2. Argile feuilletée, grise, pure (argile de la Campine).	1.40	4.65	3.25
3. Sable blanchâtre légèrement tourbeux	4.65	8.30	3.65
4. Argile gris foncé, pure.	8.30	11.15	2.85
5. Sable grisâtre	11.15	12.85	1.70
6. Sable gris très argileux, micacé	12.85	16.40	3.55
7. Sable grisâtre	16.40	25.50	9.10
8. Argile grise, pure, plastique	25.50	27.00	1.50
9. Sable grisâtre, avec débris de lignite	27.00	30.00	3.00
10. Argile sableuse gris-brun	30.00	31.00	1.00
11. Épais amas de lignite xyloïde en gros fragments empâtés dans du sable grossier graveleux . .	31.00	35.00	4.00
12 Sable très grossier, meuble, avec traces de lignite et concrétions ferrugineuses vers le bas . . .	35.00	42 60	7 60

tion à Turnhout était du sable *fin*, alors qu'en 1908 ce sable *fin* est devenu du sable *grossier*, *très grossier* ou *graveleux*..

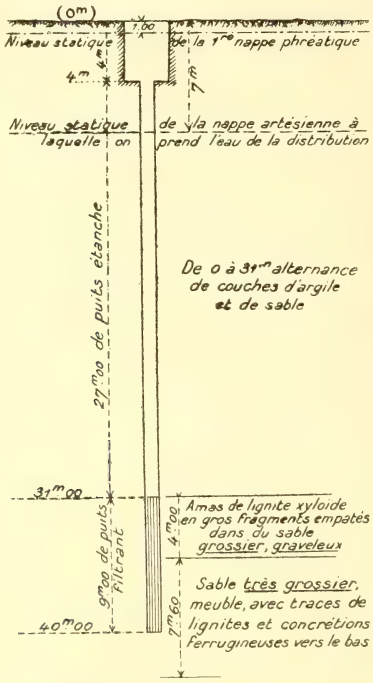


Fig. 5. — Coupe des puits de Turnhout.

Après la constatation d'une erreur semblable, n'a-t-on pas un peu le droit de montrer quelque scepticisme vis-à-vis des affirmations de nos collègues?

V. *Les résultats du puits d'essai de Moll.*

Nous pensons avoir démontré que ces résultats ne sont pas si extraordinaires, si inespérés que le croient nos honorables collègues :

500 mètres cubes par vingt-quatre heures pour un rabattement de $2^{m}50$.

1 000 mètres cubes pour un rabattement de 5 mètres.

Ce n'est guère, comme importance, comparable aux résultats fournis depuis plusieurs années par les puits de Plancenoit, de Braine-l'Alleud et de Waterloo, foncés dans les sables bruxelliens et dont les rendements atteignent au moins le double de celui du puits de Moll.

Si nos confrères attribuent principalement à l'existence d'un courant souterrain le débit du puits de Moll, nous croyons devoir signaler, en dehors de l'alimentation éventuelle par les rigoles d'irrigation, deux autres facteurs dont il y a lieu de tenir compte en l'occurrence :

A) La surface de la zone ou du cône influencé; et *B*) les pluies tombées pendant la période des pompages.

a. Surface de la zone ou du cône d'influence.

Dans notre première note, nous avions écrit que la zone d'influence, pour un rabattement de $2^{m}50$ de la nappe aquifère, mesurait, d'après nos collègues, à peine 1 $^1/_2$ hectare. Ceux-ci font observer qu'ils n'ont pas parlé de la zone influencée, mais du cône d'influence, et ils ajoutent *qu'à moins de procéder à des levés minutieux* (1), on ne peut se rendre compte, en dehors d'une certaine limite dénommée par les hydrologues « cône de rabattement », de la différence qui existe forcément entre la situation ancienne et la situation nouvelle.

Nous ne voyons pas pourquoi on ne procéderait pas à des levés minutieux lorsqu'il s'agit de déterminer le plus exactement possible les limites du cône d'influence, et nous doutons fort qu'on apprécie la distinction si subtile que font nos collègues entre ce que nous appelons la zone influencée et ce qu'ils désignent sous le nom de cône d'influence ou de cône de rabattement.

Quant à la surface de ce cône d'influence, nous reconnaissons volontiers qu'elle n'est indiquée, en chiffres, nulle part dans les mémoires de nos collègues; mais elle résulte de la mesure directe effectuée sur la planche III du deuxième mémoire; *elle a à peine une superficie d'un hectare et demi.*

Pour délimiter le cône d'influence, nos collègues se sont appuyés sur les observations faites au moyen de puits tubés dont le plus éloigné du puits d'essai se trouvait seulement à 49 mètres. Si les fonçages témoins ont permis de déterminer l'allure de la nappe rabattue entre les points A et B de la figure ci-contre, ils n'ont pu donner aucune indication pour les zones *AA'* et *BB'* où les courbes de rabattement deviennent presque asymptotiques à la ligne qui représente la nappe avant pompages et peuvent, par conséquent, s'étendre *très loin* en dehors des points A et B. A défaut d'indications qu'il eût été possible

---

(1) Non souligné dans le texte original.

d'obtenir en procédant à des levés minutieux, les limites du cône d'influence tel qu'il a été déterminé par nos collègues paraissent avoir été fixées tout à fait arbitrairement et elles ne correspondent certainement pas à la réalité si l'on en juge par l'étendue du sillon asséché par les galeries de drainage établies dans les sables bruxelliens.

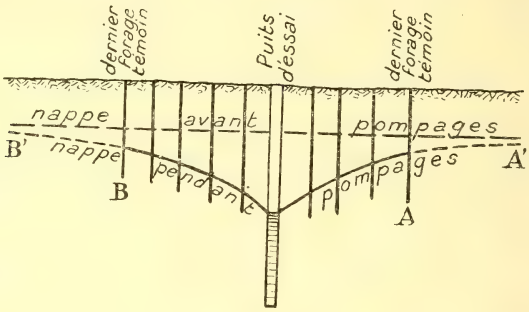


Fig. 6.

D'après l'honorable ingénieur en chef de la ville de Bruxelles, le rayon du sillon asséché serait de 1 000 mètres pour un rabattement de la nappe de 6 à 8 mètres. Pour une dépression de $2^{m}50$, ce rayon mesurerait donc environ 350 mètres et la surface de la zone influencée ou du cône d'influence serait de 38 hectares.

Si, comme le prétendent nos collègues, le sable de Moll est deux fois aussi gros que le bruxellien et si la circulation de l'eau s'y fait quatre fois plus facilement, on devrait, pour être logique, conclure que la zone influencée mesurerait quatre fois autant que dans le sable bruxellien, soit environ 150 hectares. Bien entendu, un tel résultat suppose que la période de pompage aurait été suffisamment longue pour que s'établisse un régime définitif.

D'autre part, ces surfaces théoriques peuvent être considérablement réduites par suite de circonstances spéciales, telles que les pluies copieuses tombant sur le bassin influencé; mais il n'en est pas moins vrai qu'en s'appuyant sur les faits connus, on peut logiquement soutenir que, dans le cas du puits de Moll, la surface du cône d'influence a dépassé considérablement le chiffre d'un hectare et demi qui résulte des mémoires de nos collègues. Que cette surface atteigne seulement les deux cinquièmes des 150 hectares qu'on pourrait lui assigner théoriquement, et voilà du coup le rendement à l'hectare-jour ramené à 8 mètres cubes, chiffre encore élevé, mais pouvant se justifier dans certains cas spéciaux.

b. Influence des pluies tombées pendant la période de pompage.

Dans leur second mémoire relatif à l'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique, MM. Putzeys et Rutot reproduisent un tableau indiquant jour par jour la hauteur du rabattement, le débit du puits par seconde et par jour, et des observations très complètes concernant les pluies tombées pendant la période des pompages.

Il résulte de ce tableau que pendant les trente-quatre jours de la période de pompage, il y a eu dix-neuf jours où il est tombé de la pluie, en plus ou moins grande quantité. Pour être fixé sur l'importance de ces pluies, nous avons demandé au service météorologique de l'Observatoire de Bruxelles de nous indiquer les quantités d'eau recueillies au pluviomètre de Moll ; nous donnons les renseignements très obligeamment fournis dans le tableau suivant qui reproduit une partie des données indiquées par MM. Putzeys et Rutot :

DATE des constatations (année 1909).	Rabattement.	Débit en mètres cubes par 24 heures.	OBSERVATIONS.	Hauteur de pluie tombée en millimètres et recueillie par le pluviomètre de Moll.
1	2	3	4	5
25 septembre	2.00	462 845	Le jour, forte pluie de 14 h. à 14 40 h. La nuit, petite pluie de 2.46 h. à 2 47 h. (matin). Pluie de 4 h. à 4.05 h. (matin).	
	4.00	925 690		
	3.00	762 288		
	2.00	446 861		
26 —	2.00	462 845	Le jour, pluie de 14.10 h. à 14.40 h. La nuit, forte pluie de 1.35 h. à 2.34 h.	7.4
27 —	2.00	480 038		4.3
28 —	2.50	589 075	La nuit, petite pluie de 1 h. à 1.18 h.	
29 —	2.50	589 075	Le jour, pluie de 8.30 h. à 11 h.	2 4
30 —	3 50	785 448		2.4
1er octobre	3.50	785 448		
2 —	4.00	810 000		
3 —	4.00	836 092	La nuit, pluie de 2.02 h. à 3 h.	

DATE des constatations (année 1909).	RABATTEMENT	DÉBIT en mètres cubes par 24 heures.	OBSERVATIONS.	Hauteur de pluie tombée en millimètres et recueillie par le pluviomètre de Moll.
1	2	3	4	5
4 octobre	5.00	1 080 00 0	On n'a pu maintenir le rabattement à 5 m., la pompe n'étant pas suffisamment forte. Le jour, pluie fine de 13 37 h. à 13.40 h., ensuite forte pluie jusqu'à 13 53 h. La nuit, pluie de 19.55 h. à 3.35 h.	4.4
	4 50	925 690		
	4 00	836 092		
—	4.00	864 000	Le jour, pluie de 11 32 h. (matin) à 17.58 h. (soir).	7.5
6 —	2.00	398 736		6.0
7 —	3.00	648 000	La nuit, pluie de 2.50 h. à 3.12 h., pluie fine de 5 h. à 6.43 h.	
8 —	2 00	403 142	Le jour pluie de 8.10 h à 8.49 h., forte pluie de 9 h. à 9.22 h.	3 3
9 —	2 00	403 142		4.2
10 —	2 50	540 000		
11 —	2.50	529 000		
12 —	2.50	518 000	Le jour, petite pluie de 17 30 h. à 17.45 h.	
13 —	2.50	529 000		
14 —	2 50	529 000	La nuit, pluie assez forte.	2.3
15 —	2.50	540 000	Le jour, matinée, temps gris; après dîner, pluie de 17.45 h. à 17.55 h La nuit, petite pluie.	
16 —	2.50	529 000	Le jour, pluie toute la journée.	2 3
17 —	2.50	529 000	Le jour, pluie de 13 h. à 18 h.	3.3
18 —	2.50	518 000		4.3
19 —	2 50	518 000		
20 —	2.50	508 205		
21 —	2.50	518 000		
22 —	2.50	518 000		
23 —	2.50	508 205	La nuit, petite pluie, vent assez fort.	
24 —	2.50	508 205	Vent violent, pluie toute la journée. La nuit, forte pluie de 20 26 h. à 22.10 h.	

DATE des constatations (année 1909).	RABATTEMENT.	DÉBIT en mètres cubes par 24 heures	OBSERVATIONS	Hauteur de pluie tombée en millimètres et recueillie par le pluviomètre de Moll.	
1	2	3	4	5	
Le pompage, arrêté le 25 octobre à 7 heures du matin, a été repris le soir à 19 heures.					
25 octobre				0.9	
26 —	2.50	540 000	Vent assez fort, pluie de 19.55 h. à 0.55 h	7.3	
27 —	2 50	540 000	Pluie pendant la nuit.	5.6	$27^{mm}5$
28 —	2.50	540 000	Pluie pendant la journée et la nuit.	9.1	
29 —	2.50	540 000		4.6	
Pompage terminé le 29 octobre, à 19 heures.				$79^{mm}2$	

En comparant les données des colonnes 4 et 5, on constate une concordance assez générale. De la colonne 5, on déduit immédiatement que pendant la période de pompage, il est tombé $79^{mm}2$ de pluie, soit *par hectare* 792 mètres cubes en trente-quatre jours ou en moyenne 23 mètres cubes par journée de vingt-quatre heures.

Pendant la même période, on a prélevé à la couche aquifère souterraine un volume total d'environ 23 500 mètres cubes, si, bien entendu, on a pu pomper trente-quatre jours de suite, à raison de vingt-quatre heures de pompage par journée. Pour tenir compte des interruptions forcées (en moyenne au moins une heure sur vingt-quatre), il faut ramener le chiffre de 23 500 mètres cubes à 22 000 mètres cubes environ.

Vu les circonstances climatologiques qui ont caractérisé la période des pompages, on peut dire que la majeure partie de la pluie tombée s'est infiltrée dans le sable du bassin alimentant le puits d'essai et a contribué à nourrir la couche aquifère.

Serait-il déraisonnable d'admettre que les sept dixièmes de l'eau tombée ont servi à réalimenter la couche aquifère, tandis qu'on extrayait en moyenne un peu plus de 500 mètres cubes par jour?

Si cette proportion peut être admise, l'apport fourni par les pluies

serait donc d'environ 550 mètres cubes [1] par hectare et, dès lors, il suffirait que la zone influencée par le puits mesurât seulement 40 hectares pour que les 22 000 mètres cubes extraits par pompages fussent compensés par les infiltrations dues aux précipitations atmosphériques.

Or, nous avons vu qu'à un rabattement de $2^{m}50$ de la nappe aquifère dans le sable de Moll, devrait théoriquement correspondre une surface influencée d'environ 150 hectares.

De 40 à 150 hectares, il y a une large marge qui peut tenir compte soit d'une moindre infiltration de l'eau dans le sol sablonneux, soit d'autres circonstances hydrologiques. Toujours est-il qu'on conçoit aisément que le débit du puits a certainement été sérieusement influencé du chef des apports fournis par les pluies presque journalières et en tout cas très importantes tombées pendant la période de pompage.

L'expérience de pompage faite par MM. Putzeys et Rutot dans des circonstances aussi exceptionnellement favorables n'est donc point probante.

c. Conclusions.

De ce que la superficie de la zone influencée par le puits d'essai a dû être de beaucoup supérieure à celle établie arbitrairement par nos collègues et du fait que des pluies copieuses et presque journalières ont largement contribué à la réalimentation de la couche aquifère souterraine, on peut conclure que le rendement de 500 mètres cubes correspondant à un rabattement de $2^{m}50$, se justifie à suffisance, **sans qu'il soit même nécessaire de faire intervenir ni le courant souterrain,** dont l'existence et la puissance n'ont pas été déterminées jusque maintenant, **ni les apports fournis éventuellement par les rigoles d'irrigation.**

---

[1] $792 \times 0.7 = 554$ mètres cubes.

CHAPITRE II.

Le terrain communal de Moll. — Discussion de son rendement.

D'après nos collègues, ce terrain, d'environ 280 hectares de superficie, serait susceptible de fournir 12 000 à 15 000 mètres cubes par jour, soit en moyenne *50 mètres cubes à l'hectare-jour.*

Dans notre première note au sujet de la valeur des eaux de la Campine, nous avons déjà rappelé que la hauteur de pluie tombant sur le bassin de Moll étant de $0^{m}70$, les précipitations atmosphériques fournissent en moyenne 19 mètres cubes par hectare-jour. En supposant que, par des pompages continus, on rabatte la nappe d'une façon permanente, en favorisant largement les infiltrations alimentant la couche aquifère, on pourrait tout au plus admettre que la moitié de l'eau tombée atteint la couche aquifère.

Dans ces conditions, l'appoint dû aux précipitations atmosphériques serait d'environ 9 mètres cubes à l'hectare. Si on escompte un rendement de 50 mètres cubes, la différence ou 41 mètres cubes devrait donc être imputable au courant souterrain supposé.

Nous avons rappelé que pour le bassin des sables bruxelliens de la forêt de Soignes, notre collègue, M. E. Putzeys, avait fait le calcul de l'importance de l'afflux spécial du courant souterrain et qu'on pouvait l'évaluer à $2^{m}35$ par hectare et par jour, en supposant un rendement de 5 mètres cubes par hectare dû aux eaux météoriques tombant directement sur la zone influencée.

D'autre part, nous avons déjà montré la différence essentielle qui existe entre le sable blanc, fin, homogène du bassin de Moll et le sable bruxellien, parsemé de bancs de moellons de grès calcareux. Au point de vue de la circulation de l'eau souterraine, il paraît logique d'admettre qu'elle se fait bien plus facilement dans le second terrain que dans le premier.

Les exemples des puits de Plancenoit, de Braine-l'Alleud et de Waterloo confirment d'ailleurs cette manière de voir et démontrent en outre que, contrairement à l'opinion de nos collègues, le rendement en eau du sable bruxellien est de loin supérieur à celui du sable de Moll.

Or, pour le Bruxellien de la forêt de Soignes, l'importance du courant souterrain se traduit par une augmentation de $2^{m3}5$ à l'hectare-jour, si l'on admet, avec M. E. Putzeys, le chiffre de 5 mètres cubes pour le produit moyen dû aux eaux météoriques tombant directement sur la zone influencée. « La contrée étant semblable », toujours d'après M. E. Putzeys [1], « comme topographie, sol, sous-sol et climat au » bassin du Hain qui rapporte 4 mètres cubes par jour en année » sèche », il nous semble qu'en adoptant pour le bassin du Hain un rendement moyen de $5^{m3}5$, comme nous l'avons fait dans notre premier mémoire, nous avons déjà dépassé les chiffres indiqués par M. E. Putzeys pour un bassin qu'il estime semblable à celui du Hain.

En tout cas, si notre chiffre de $5^{m3}5$ est trop faible, comme le prétendent nos collègues, et si on devait le porter à 6 mètres cubes environ, il s'ensuivrait immédiatement qu'en adoptant le même chiffre pour la forêt de Soignes, le produit du courant souterrain tomberait à $1^{m3}5$ par hectare au lieu des $2^{m3}5$ qui résultent de l'adoption du chiffre de 5 mètres cubes, pour l'infiltration directe des eaux météoriques.

Dès lors, si, comme tout le fait supposer, le courant souterrain traversant les sables fins, homogènes de Moll a une puissance de beaucoup inférieure à celle des eaux souterraines dans les sables bruxelliens, on sera certainement très large en lui accordant un débit d'un mètre cube à l'hectare-jour.

Ainsi donc, en admettant les hypothèses les plus favorables, en comptant d'une part sur les 9 mètres cubes à l'hectare dus aux pluies tombant directement sur la zone influencée et, d'autre part, sur *le* mètre cube que produirait le courant souterrain, on arrive au total de *10* mètres cubes par hectare-jour, au lieu des *50* mètres cubes qu'escomptent nos collègues; et, pour les *280* hectares du terrain communal de Moll, on pourrait espérer obtenir environ *2 800* mètres cubes, au lieu des 12 000 à 15 000 mètres cubes annoncés.

Ce chiffre de 2 800 mètres cubes paraît encore exagéré, à cause de la proportion élevée et anormale adoptée pour l'infiltration des eaux météoriques (0.5 au lieu des 0.2 que l'on admet généralement); aussi nous sommes convaincu qu'on n'obtiendra les 12 000 à 15 000 mètres cubes précités qu'en créant des eaux souterraines artificielles et en alimentant la couche aquifère par les rigoles d'irrigation qui ceinturent le terrain communal de Moll.

---

[1] Rapport au Collège de Bruxelles sur l'extension du service des eaux, 1893.

Est-ce à dire que nous soyons adversaire de ce mode d'alimentation dans certains cas déterminés? Assurément non. En Suède, on a obtenu de très bons résultats par ce procédé, et nous pensons qu'on pourrait l'appliquer à certaines villes de Belgique avec quelque chance de succès.

Mais plus nous étudions la question, plus nous restons convaincu que nous avions raison en disant dans notre premier mémoire que **le seul moyen de justifier le rendement de 12 000 à 15 000 mètres cubes serait d'escompter l'alimentation de la couche aquifère libre par l'infiltration des eaux provenant d'un cours d'eau ou d'une rigole d'irrigation.**

Dès lors, il importe peu de savoir si, pendant les essais de pompage effectués sur le puits de Moll, les rigoles d'irrigation ont ou n'ont pas fonctionné.

Nos collègues, qui ont fait grand état de ce que, sur la foi de renseignements erronés, nous avons pu supposer que le débit du puits de Moll avait été partiellement influencé par les apports dus aux rigoles d'irrigation, n'ont pas dit un mot de ces rigoles ni de leur situation pendant les pompages, dans le mémoire où ils décrivent pourtant si minutieusement les expériences de rendement. S'ils attachaient de l'importance à cette question, pourquoi ne pas avoir attiré l'attention du lecteur sur ce point spécial?

Nous ne nous dissimulons pas que si même les considérations que nous venons d'émettre au sujet du volume d'eau à retirer du terrain de 280 hectares appartenant à la commune de Moll, paraissent théoriquement justifiées, les expériences et les essais pratiques de la sous-commission technique de la province d'Anvers auront une portée bien plus considérable et permettront sans doute de lever l'indétermination qui pèse encore sur la question des eaux de la Campine.

Pour terminer ce chapitre, oserions-nous suggérer à la sous-commission technique un dernier moyen de vérifier si, comme l'assurent nos collègues, le terrain de Moll peut fournir 12 000 à 15 000 mètres cubes par vingt-quatre heures, *bien entendu sans recourir à l'alimentation artificielle de la couche aquifère :*

Puisque les auteurs du projet sont si fermement convaincus que « sous $2^{m}50$ de rabattement [1], un puits filtrant bien conditionné, » plongeant de 25 mètres dans la couche aquifère contenue dans les » sables non rétentifs de Moll, délivrera 500 mètres cubes d'eau par

---

[1] Page 19 du troisième mémoire.

» jour, en quelque point qu'on le fonce dans les limites du terrain, » qui avait été désigné par les administrations intéressées et non choisi » par eux », pourquoi ne leur demanderait-on pas de garantir la livraison des 12 000 à 15 000 mètres cubes annoncés moyennant prix et sanctions à convenir?

CHAPITRE III.

Quelques observations et rectifications nécessaires.

§ 1. Rendement du bassin de Moll par comparaison avec celui du Hain.

Nos collègues établissent une comparaison entre la zone des 65 000 hectares des environs de Moll et le bassin du Hain, et ils en déduisent que, toutes choses égales d'ailleurs, le bassin de Moll pourrait fournir par journée de vingt-quatre heures 530 000 mètres cubes.

Ce n'est donc plus 100 000 mètres cubes comme en 1904, ni 250 000 à 300 000 mètres cubes comme en 1908, qu'on nous fait espérer maintenant. C'est *530 000* mètres cubes que le bassin de Moll serait capable de livrer, c'est-à-dire de quoi alimenter la Belgique entière, à raison de 70 litres par habitant.

N'y a-t-il pas lieu d'admirer le résultat remarquable provoqué par la discussion au sujet de la valeur des eaux de la Campine? Quand on pense qu'à la suite de notre première communication, le volume d'eau qu'on fait miroiter à nos yeux éblouis a augmenté de 100 pour cent, on ne peut souhaiter qu'une chose, c'est que la discussion continue!

Pourtant, il serait à souhaiter, dans l'intérêt des populations à desservir, qu'on n'eût pas affaire à un mirage, comme on en constate souvent dans les grandes plaines de sable.

En tout cas, nous avons vu précédemment qu'on ne peut utilement comparer le sable fin de Moll avec le sable bruxellien à nombreux lits de moellons; que les résultats de Braine-l'Alleud, de Plancenoit et de Waterloo démontrent d'une façon incontestable *que le rendement du sable bruxellien est bien supérieur à celui du sable de Moll.*

Il y aurait aussi lieu de remarquer qu'il n'existe que 13 500 hectares de sable de Moll, sur les 65 000 hectares qu'on cite à tout propos.

Encore une fois, nous estimons que la comparaison faite par nos honorables collègues manque complètement de pertinence et va à l'encontre de leurs conclusions.

§ 2. Rendement du bassin de la Campine, suivant M. Deblon.

A propos de ce rendement, nos confrères disent que nous nous confinons dans des théories plus que surannées, que nous aurions dû appeler à notre aide la géologie, qu'en matière scientifique il ne suffit pas de recueillir des faits, mais qu'il faut les interpréter; que trop de savants sont enclins à se transformer en appareils enregistreurs, alors qu'une distinction doit être faite entre un météorologiste et un baromètre. Ils citent encore l'exemple de Berlin et ils nous conseillent de faire appel à l'esprit d'observation.

Dans la présente note, nous nous sommes attaché à n'invoquer que les auteurs les plus modernes : nos collègues eux-mêmes, afin de ne plus mériter le reproche de « nous confiner dans des théories plus que surannées ».

L'exemple des puits de Braine-l'Alleud, de Plancenoit, de Waterloo et de Turnhout montre que nous avons appelé la géologie à notre aide ; le chapitre Ier de ce mémoire permet de constater que si nous avons recueilli les faits, nous croyons les avoir interprétés judicieusement et en faisant appel autant que possible à l'esprit d'observation.

A la lecture de cette note, nos honorables collègues pourront vérifier que nous avons profité de leurs excellents conseils. Si le résultat de nos études ne vient pas confirmer leur thèse, nous le regrettons pour eux et surtout pour les populations intéressées.

A notre tour, oserions-nous souhaiter à nos éminents confrères de retirer quelque profit des renseignements pratiques que nous leur avons donnés et des commentaires dont nous les avons accompagnés?

§ 3. Débit du Hoyoux et des sources de Modave.

On sait, disent nos confrères dans leur troisième mémoire, « qu'à » la fin de septembre 1892 le jaugeage exécuté par empotement, en » utilisant les installations créées par la Compagnie intercommunale » des Eaux, a montré que le débit du Hoyoux, au point considéré » (Pont de Bonne), était tombé à 64 000 mètres cubes; d'où il suit » que c'est sur un chiffre notablement inférieur à ce total que l'on » pourra compter en période sèche, à moins qu'on ne lance dans les » aqueducs à la fois les eaux des sources et les eaux de la rivière ».

Il est absolument contraire à la vérité que le débit du *Hoyoux* soit

tombé, en septembre 1892, à *64 000* mètres cubes par vingt-quatre heures; il résulte, en effet, des jaugeages par empotement faits à cette époque par la Compagnie et contrôlés par le service voyer de la province de Liége, que le Hoyoux n'a jamais fourni moins de *100 600* mètres cubes, après une période de quinze mois d'une sécheresse exceptionnelle.

Nos collègues auront confondu le débit de la rivière et celui des sources de la région de Modave, dont le volume n'a jamais été inférieur à *60 000* mètres cubes par vingt-quatre heures. Nous ne nous expliquons d'ailleurs pas une telle confusion, surtout de la part de l'Ingénieur en chef de la Ville de Bruxelles, qui ne peut ignorer que les *64 000* mètres cubes cités représentent le débit des *sources* et non celui de la *rivière*.

§ 4. Objections contre l'emploi de l'eau de Meuse filtrée.

« Nous avons encore à la mémoire, écrivent nos collègues, les » objections qu'il (M. Deblon) a faites lorsque nous avons conseillé à » la même époque l'eau de Meuse filtrée, pour les usages publics et » industriels. »

N'ayant jamais rien publié à propos de l'emploi de l'eau de Meuse filtrée, nous ne savons pas à quoi se rapporte l'allégation de nos collègues.

§ 5. Ressources en eau potable, disponibles en Belgique.

En annonçant dans notre premier mémoire une étude relative aux ressources en eau potable, disponibles en *Belgique*, nous ne croyions certes pas que nos confrères nous liraient si mal et travestiraient complètement la portée de notre texte en attribuant à la *Haute-Belgique* ce que nous avons dit de la *Belgique entière*.

Dans leur troisième mémoire, nos collègues ont vivement critiqué le fait d'avoir désigné sous le nom *de zone influencée* ce qu'ils ont appelé, eux, le *cône d'influence*. « Aussi longtemps, disent-ils, que l'imprécision » des termes dont fait usage le critique n'a pas d'autre résultat que de » compromettre la valeur de ses raisonnements, on ne peut s'en » plaindre; mais lorsque, *par la substitution d'un terme à un autre* [1],

---

[1] Non souligné dans le texte original.

» il attribue aux auteurs une argumentation erronée, il s'expose à être » sévèrement relevé. »

Nous nous rallions complètement à l'appréciation de nos honorables confrères.

§ 6. Direction du courant souterrain.

D'après les auteurs du projet, le courant souterrain serait dirigé du Sud vers le Nord.

Nous croyons devoir signaler à ce sujet que les levés faits en décembre 1910, sur des longueurs variant de 250 à 300 mètres, ont montré que la nappe aquifère présente les inclinaisons suivantes :

0m003 dans le sens Sud-Nord

et *0m006* dans le sens Est-Ouest.

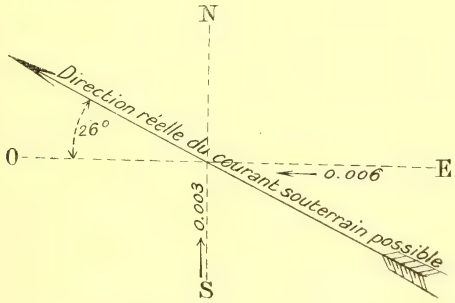


Fig. 7. — Direction du courant souterrain.

Pour être vraiment probants, les levés devraient porter sur des longueurs beaucoup plus grandes; mais, si les indications précédentes étaient confirmées par le levé de la carte hydrologique du sous-sol de la Campine, — levé facile à faire, et peu coûteux, qui devrait être exécuté, s'il n'existe pas encore, — il s'ensuivrait immédiatement que la direction du courant souterrain ne ferait qu'un angle d'environ 26 degrés avec la direction Est-Ouest et s'écarterait donc beaucoup de la direction Sud-Nord.

C'est un point que la sous-commission technique pourra vérifier en même temps que le reste.

§ 7. Tracé de la nappe phréatique artificielle.

MM. Putzeys et Rutot prétendent que nous avons imaginé la nappe aquifère représentée par le tracé A B C de la coupe verticale figurée

sur la planche II de leur troisième mémoire. C'est encore là une erreur.

En effet, dans notre première note (p. 34), nous avons dessiné le schéma reproduit ci-dessous.

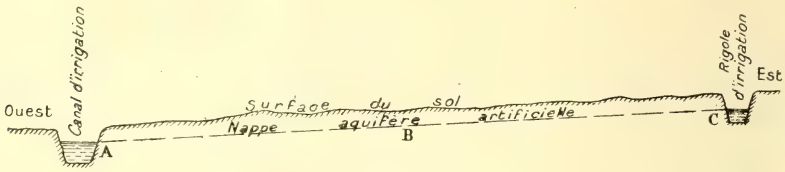


Fig. 8.

Il va de soi qu'il s'agit d'un simple schéma, non établi à l'échelle, et que le tracé de la nappe n'y est que figuratif.

Or, nos collègues ont reporté ce tracé sur une coupe faite à l'échelle et ont ainsi complètement modifié les choses. Les planches B et C de notre premier mémoire montrent bien l'allure *véritable* de la nappe relevée le 4 décembre 1910. Dans ces conditions, que vaut l'assertion de nos collègues lorsqu'ils disent que nous avons tracé sur un dessin une nappe aquifère inexistante?

§ 8. La déferrisation. — Sa nécessité et son coût.

La plupart des eaux souterraines de la province d'Anvers, des Flandres, des sables diestiens et même du terrain silurien, contiennent assez de fer pour exiger la déferrisation, si on veut les utiliser pour l'alimentation humaine.

Cette opération n'a rien qui doive effrayer; elle se traduit simplement par une majoration des frais de premier établissement et par une augmentation, très minime en somme, des frais d'exploitation.

Dans notre premier mémoire, nous nous étions déclaré d'accord avec nos collègues pour reconnaître qu'on peut traiter les eaux ferrugineuses de façon à les rendre parfaitement potables.

Bien que la nécessité et l'efficacité de la déferrisation soient parfaitement établies, on doit, néanmoins, se préoccuper du coût de premier établissement de cette installation, surtout si on veut faire des comparaisons avec d'autres systèmes d'alimentation.

A ce point de vue, nous ne pourrions mieux faire qu'en citant les chiffres du mémoire de notre collègue M. Schwers, intitulé : *La déferrisation des eaux potables en Allemagne et aux Pays-Bas,* 1908.

Localités.	Quantités d'eau travaillée par jour en m³.	Coût de l'installation de déferrisation en francs.	
		Coût global.	Coût par m³ d'eau traitée.
Stade	250	20 000	80
Bremen-Aliénés . . .	250	40 000	160
Vegesack	600	16 000	27
Bergedorf	1 000	25 000	25
Lueneburg	1 800	225 000 (*)	125
Bremen-Abattoir . . .	2 000	100 000	50
Delitzch.	2 000	45 000	22
Braunschweig . . .	12 000	225 000	187
Kiel	25 000	Plusieurs millions ? (*)	
Hannover	30 000	132 500	44
Hambourg	30 000	250 000	83
Breslau	60 000	7 500 000	125
Berlin-Tegel . . .	90 000	12 500 000 (*)	140
Berlin-Mueggel . . .	180 000	37 500 000 (*)	208

Ce tableau montre quelles différences importantes on constate dans le coût des installations, rapporté au mètre cube d'eau traitée. Evidemment, si la déferrisation devait coûter aussi cher en Campine qu'à Kiel ou à Breslau et à Berlin, il y aurait lieu d'examiner si le captage des eaux souterraines constitue bien la solution la plus économique.

En Belgique, on n'a guère que l'exemple de Turnhout pour l'évaluation du coût de la déferrisation ; il paraîtrait que les frais de premier établissement s'y sont élevés à 40 francs environ par mètre cube d'eau pouvant être traité journellement.

(*) Dans un article paru dans les *Annales des Travaux publics*, en juin 1911, M. Schwers publie un tableau du coût de la déferrisation où celui du Lueneburg n'est plus coté que 44 000 francs au lieu de 225 000 francs, celui de Kiel, 300 000 francs au lieu de « plusieurs millions », celui de Breslau, 1 050 000 francs au lieu de 7 500 000 francs et enfin celui de Berlin-Mueggel « plusieurs millions » au lieu de 37 500 000 francs. Il eût été utile que M. Schwers indiquât pourquoi il a modifié les chiffres de son tableau de 1908.

§ 9. Méthode employée pour la détermination de l'ammoniaque albuminoïde.

Le procédé de Kjeldahl employé par M. Pirsch ne serait pas applicable en l'occurrence. Ce serait une autre méthode qu'il aurait fallu employer, suivant nos collègues. Ils font erreur, car on peut parfaitement utiliser le procédé de Kjeldahl pour en déduire, moyennant quelques calculs fort simples, la quantité d'ammoniaque albuminoïde faisant partie de la quantité totale d'azote contenue dans une eau alimentaire.

CHAPITRE IV.

Qualité des eaux à capter.

Dans notre premier mémoire, nous nous demandions si l'eau extraite pendant les pompages effectués sur les puits de Moll pouvait être considérée comme étant de première qualité. La présence dans cette eau d'une quantité assez considérable d'ammoniaque albuminoïde et l'existence d'une couche de sable tourbeux à proximite immédiate de la nappe souterraine nous paraissaient devoir imposer une certaine réserve et nous concluions en disant que la valeur hygiénique des eaux de la Campine était loin d'être indiscutable.

Dans leur troisième mémoire, nos honorables collègues s'étonnent qu'on puisse mettre en doute la qualité de l'eau campinoise. Pourtant la deuxième question posée à la sous-commission technique de la province d'Anvers montre bien que la qualité des eaux à capter préoccupe encore les administrations intéressées; on demande, en effet, aux membres de cette sous-commission si « l'on pourra extraire des » couches renfermant la nappe, une eau possédant *toutes les qualités* » *requises pour une bonne eau alimentaire* [1] et notamment si la qualité » de l'eau extraite exclusivement des sables de Moll permettrait de la » débiter directement comme eau potable sans lui faire subir des » opérations de déferrisation ou de démanganisation ».

Si la Commission des Eaux d'Anvers, après avoir pris connaissance

---

[1] Non souligné dans le texte original.

des deux premiers mémoires de nos collègues et des résultats obtenus au puits de Moll, a cru nécessaire, malgré les affirmations optimistes des auteurs du projet, de poser cette question aux techniciens de la sous-commission, on reconnaîtra volontiers que nos réserves, quant à la qualité des eaux, se justifiaient amplement.

Nous n'en dirons pas davantage, puisque la sous-commission technique doit déposer son rapport dans quelques mois.

Conclusions.

« Nous avons, disent nos collègues, donné la démonstration que » nous sommes dans des conditions infiniment meilleures que dans les » bassins les mieux constitués de la Belgique; aussi longtemps que la » géologie sera invoquée pour appuyer les déductions hydrologiques, » c'est en vain qu'on opposerait des dénégations à nos affirmations. »

Après l'exposé des comparaisons faites pour essayer de démontrer l'importance du courant souterrain, comparaisons qui sont dépourvues de toute pertinence et en contradiction absolue avec les conclusions de MM. Putzeys et Rutot, après la constatation d'erreurs comme celles relevées à propos des puits de Turnhout, du tracé de la nappe aquifère, des ressources en eau potable disponibles en Belgique, du débit du Hoyoux, nous sommes convaincu que nos collègues de la Société belge de Géologie et d'Hydrologie trouveront que nous avons opposé autre chose que des dénégations aux affirmations des auteurs du projet; mais puisqu'il existe une sous-commission technique chargée d'élucider le problème des eaux de la Campine, nous pensons qu'il est convenable d'attendre le dépôt du rapport de ces techniciens.

L'ÉVOLUTION

DU

SYSTÈME FLUVIAL

DE LA

Moyenne et de la Basse-Belgique

PAR

le Dr C. VAN DE WIELE.

AVEC UNE CARTE.

L'Escaut possède un bassin fluvial peu considérable, qui occupe la Moyenne et la Basse-Belgique, sauf la partie littorale de la Flandre; mais il s'étend en outre dans les plaines basses de la Flandre française et sur le prolongement méridional du Hainaut dans la direction de Valenciennes et de Cambrai. La Lys et les autres affluents de gauche de l'Escaut prennent leur source sur la falaise crétacée connue sous le nom de Crête de l'Artois, tandis que le fleuve lui-même, pénétrant davantage vers le Sud et coulant d'abord à un niveau un peu plus élevé que celui des rivières de la Flandre, prend sa source au voisinage de la Somme, de la Sambre et de l'Oise.

Un coup d'œil jeté sur la carte montre que la direction d'écoulement des eaux des affluents de l'Escaut se présente sous une forme anormale; elle n'est pas dirigée directement vers la mer, comme celles de la Somme ou de la Seine. Nous voyons, au contraire, les eaux de la Lys supérieure s'éloigner du littoral, malgré que celui-ci soit situé à peu de distance, et n'y retourner qu'après un long détour. Il en est du reste de même pour l'affluent principal de la Meuse, la Sambre, et la partie du fleuve qui coule en prolongement de son affluent

depuis Namur jusque Liége. Il y a donc une certaine analogie entre les affluents de l'Escaut et le sillon de Sambre-Meuse jusque Liége. Ce n'est qu'à partir du confluent de l'Ourthe que la Meuse prend la direction Nord-Sud, et elle se tourne ensuite vers la mer beaucoup plus bas en Hollande, aux environs de Nimègue. Par contre, les rivières qui descendent de la Haute-Belgique ont un écoulement qui paraît beaucoup plus rationnel; comme la Meuse de Liége à Nimègue, elles sont dirigées vers le Nord, conformément à l'inclinaison générale du plan sur lequel elles coulent, mais elles rencontrent le sillon de Sambre-Meuse qui fait suivre à leurs eaux la direction Nord-Est, rappelant plus ou moins celle des affluents supérieurs de l'Escaut.

Nous aurons à expliquer cette anomalie des rivières de la Moyenne-Belgique, et nous verrons que ces sillons plus ou moins profonds, creusés en contre-sens de la pente générale du pays, proviennent des transformations tectoniques successives que la région a traversées, et que par conséquent l'érosion de la surface ne joue ici qu'un rôle secondaire.

Le bassin de l'Escaut n'est séparé de celui de la Sambre que par un étroit plateau, dont M. Cornet a signalé une particularité remarquable. La crête de partage des eaux entre celui-ci et les affluents de la Sambre-Meuse qui viennent y prendre leur source ne coïncide pas avec la crête orographique du plateau; donc, ici encore, l'influence de l'érosion se présente sous une forme irrégulière.

L'affluent le plus oriental de l'Escaut est constitué par le Démer. Celui-ci réunit les eaux de la Hesbaye, auxquelles viennent se joindre celles du Limbourg et de la Campine. A partir de Diest, la direction du Démer se présente sous une forme normale; les eaux coulent sur un plan très peu incliné directement vers l'Ouest, mais, rencontrant le cours de la Dyle et ensuite celui de la Senne, elles inclinent vers le Nord-Ouest, en se rapprochant d'une série de collines que l'on a désignées sous le nom de Crête de la Campine. Devant celle-ci, le Rupel se réunit à l'Escaut qui traverse la crête par une passe étroite dans la direction Nord-Sud pour se rendre à Anvers. Ici commence l'estuaire du fleuve qui, dirigé d'abord au Nord-Ouest, puis de l'Est à l'Ouest, va déboucher dans la Mer du Nord entre la Flandre et la Zélande. Il convient de signaler qu'à Bath, où l'estuaire commence à couler directement vers l'Ouest et prend le nom d'Escaut occidental ou Hont, il se détache un bras moins important, qui coule droit au Nord vers Bergen-op-Zoom : c'est l'estuaire de l'Escaut oriental qui finit également par s'élargir considérablement. L'importance des deux

estuaires relativement au peu d'étendue du bassin de l'Escaut, indique qu'il ne faut pas attribuer leur formation au travail d'érosion des eaux supérieures. D'un autre côté, la zone des polders qui les entoure, montre toute l'importance du rôle joué ici par les marées dans le creusement du bassin inférieur du fleuve et dans le dépôt des argiles poldériennes sur ses deux versants.

Nous avons donc à étudier les renseignements fournis par l'étude géologique du sol de la Belgique, pour pouvoir comprendre la situation actuelle du réseau fluvial de la Belgique La région a été affectée par une série de transgressions marines, mais nous n'avons à tenir compte ici que de celles qui ont eu lieu pendant la seconde moitié du Tertiaire, donc à partir de l'époque oligocène. Elles se sont succédé jusqu'à la fin de l'époque quaternaire. Nous indiquerons la partie du pays qui a été couverte par chacune de ces mers tertiaires, et le réseau fluvial qui s'est constitué après chacun des retraits. La nature des dépôts qu'elles ont laissés après elles a contribué à influencer le travail d'érosion produit par chacun de ces systèmes fluviaux. Nous aurons en outre à étudier la situation actuelle de l'érosion de la surface du sol, pour y reconnaître les traces des réseaux anciens. Enfin nous devons nous rappeler la profonde révolution survenue dans le climat de nos régions pendant l'époque glaciaire; celle-ci a modifié profondément le sol de notre pays, et contribué ainsi aux transformations de son réseau fluvial.

Ce sont surtout les études de M. van den Broeck, faisant ressortir la série de transgressions oligocènes, qui nous ont renseignés plus spécialement sur l'évolution contemporaine du Nord-Est de notre pays. Mais ce n'est que tout récemment que M. Rutot a démontré l'existence d'une transgression oligocène supérieure, dont il a découvert les preuves sur le plateau situé entre la Meuse et l'Ourthe. Il est donc probable qu'elle couvrait une grande partie de la Basse et Moyenne-Belgique, tandis que la partie occidentale du pays, où l'Oligocène fait défaut, était reliée au bassin de Londres. Dans son *Esquisse géologique des dépôts pliocènes d'Anvers*, M. van den Broeck a insisté sur le retrait des mers oligocènes vers le Nord-Est et sur la formation des rivières oligocènes dirigées dans le même sens. Il est probable que les affluents supérieurs venant de la Haute-Belgique à la fin de l'époque oligocène descendaient déjà normalement à l'ancienne ligne de rivage de la mer, indiquée aujourd'hui par le sillon de Sambre-Meuse.

Ce réseau fluvial datant de l'époque oligocène supérieure a persisté jusqu'à l'époque miocène. Ici vient se placer l'invasion de la mer

boldérienne, qui a été l'objet de nombreuses recherches, sans que l'on ait pu aboutir à des conclusions définitives. On sait d'autre part que la mer miocène a occupé le Limbourg et, au delà, le Nord de la province rhénane.

Le centre du bassin marin paraît donc occuper encore le même emplacement, mais déjà la mer se propage dans la direction de l'Ouest. Cependant les modifications ne sont pas assez marquées pour imprimer au réseau fluvial de la région belge émergée une transformation suffisamment accusée pour qu'on puisse encore en retrouver les traces actuellement, et on peut admettre qu'il ne différait guère du dernier réseau oligocène.

A l'époque pliocène se produit la transgression diestienne. On en retrouve les traces jusque sur la crête de l'Artois et en Angleterre, occupant une série de hauteurs qui suivent, dans la direction de l'Ouest, le même alignement. Les témoins de ces dépôts littoraux ont été soulevés plus tard jusqu'à une hauteur de près de 200 mètres, et il n'est plus possible de déterminer exactement jusqu'où s'étendait dans la direction du Sud le bassin de la mer diestienne.

Mais la mer pliocène a continué à occuper le rivage oriental du Sud-Est de l'Angleterre. Elle paraît toutefois s'être retirée graduellement vers le Nord, puisque l'on trouve sur la côte de Suffolk et de Norfolk des dépôts pliocènes de plus en plus récents à mesure que l'on se dirige vers le Nord; et au début du Quaternaire, la mer occupait encore le voisinage de la côte de Cromer.

Dans notre pays, on retrouve encore les témoins diestiens sur une ligne de hauteurs s'étendant depuis Calais jusque Louvain, où la formation devient continue et beaucoup plus puissante en s'étendant vers Anvers et le Limbourg. Il est donc permis de conclure que la mer diestienne ou pliocène ancienne s'est étendue jusqu'à l'Ouest de notre pays, et même au delà vers la Mer du Nord jusqu'au bassin de Londres et à la côte Sud-Est de l'Angleterre. La mer qui recouvrait la Belgique ne paraît pas avoir présenté une grande profondeur, puisqu'elle n'y a pas laissé les alternances de sables et d'argiles qui caractérisent l'Éocène et même l'Oligocène; mais son centre paraît, du moins à en juger par la puissance relative de ses dépôts, avoir occupé le voisinage de celui des mers miocènes et oligocènes, tout en se portant davantage vers l'Ouest.

Nous pouvons déduire de ces données stratigraphiques que le réseau fluvial oligocène dont il a été question plus haut s'est trouvé presque entièrement inondé par la mer diestienne, et que la seule partie qui a

pu persister pendant cette période occupait la région de l'Entre-Sambre-et-Meuse ainsi que l'Ardenne. Malheureusement, on n'a pu constater ici des témoins soulevés, indices des mouvements tectoniques postérieurs du littoral pliocène. Nous pouvons néanmoins conclure à la probabilité de mouvements de soulèvement analogues à ceux qui ont été constatés sur la crête de l'Artois et sur le Weald, puisque ces régions de part et d'autre ont déjà été influencées d'une manière concordante lors des mouvements hercyniens. De plus, la façon dont s'est opéré du Sud vers le Nord le retrait de la mer diestienne, indique que le soulèvement de sa périphérie s'est étendu depuis le Weald jusqu'en Ardenne, et il semble même que c'est du côté de cette dernière que le mouvement a été le plus accentué.

Il n'est donc pas possible de suivre le retrait de la mer diestienne, tous les dépôts de cette mer ayant été presque complètement enlevés par l'érosion jusqu'au voisinage de la ligne du Démer vers Anvers. Mais au delà, ces dépôts probablement plus puissants dès l'origine, ont pu rester en place par suite du bas niveau qu'ils ont gardé. C'est grâce à cette circonstance que commencent à apparaître au Nord d'Anvers les dépôts scaldisiens et les dépôts poederliens du Pliocène supérieur, qui se présentent sous forme de cordons littoraux suivant la direction Est-Ouest. La mer pliocène s'est donc retirée de la Belgique vers la Hollande en exécutant une série d'oscillations, avec temps d'arrêt, qui marquent les étages scaldisien et poederlien pendant la durée desquels la Belgique, presque totalement émergée, a vu naître un nouveau réseau fluvial en prolongation de celui qui, dans sa partie méridionale, avait persisté pendant toute l'époque diestienne. Déjà MM. Cornet et Briquet ont fait valoir que ce réseau post-diestien devait, pour se conformer à l'inclinaison générale du terrain et à la direction des rivages scaldisiens et poederliens, présenter une série de canaux presque parallèles ou légèrement convergents venant déboucher dans la mer depuis le Nord du Limbourg jusqu'à la côte de l'Angleterre, car nous avons vu précédemment que la mer s'était retirée du Weald dans la direction du Norfolk. Nous nous représentons ce réseau, né dans les sables diestiens, comme ressemblant à celui qui existe aujourd'hui dans la Campine anversoise, où une série de rivières peu importantes, coulant dans des régions sablonneuses, sans vallée bien caractérisée, viennent se réunir sous des angles très aigus dans la direction d'Anvers. Nous verrons plus loin que le remaniement éolien des sables a quelque peu modifié ce schéma si simple; et de même il est probable que vers la fin du Pliocène les formations éoliennes des plaines

sableuses de l'époque diestienne ont modifié, elles aussi, le schéma du réseau dont les rivières coulaient d'abord directement vers le rivage pliocène.

Mais à mesure que les couches peu puissantes des sables diestiens ont été enlevées par l'érosion, le réseau pliocène est entré en contact avec la surface d'érosion oligocène, et nous montrerons plus tard comment on peut reconnaître encore actuellement la combinaison des deux réseaux.

Mais dès maintenant, nous devons faire ressortir que c'est au stade pliocène qu'il faut attribuer la direction approximativement Nord-Sud des rivières de la Moyenne-Belgique, surtout marquée pour la Dendre, la Senne et la Dyle. A mesure que la mer pliocène s'est retirée vers la Hollande, les embouchures des affluents se sont déplacées dans cette direction, de sorte qu'à la fin de l'époque tertiaire les eaux fluviales de la Belgique se déchargeaient à travers la Basse-Belgique, par une série d'artères à tendance légèrement convergente dans la mer du Sud des Pays-Bas. La réunion des eaux fluviales en deux branches principales ne se produisit donc que plus tard et surtout le réseau actuel, à tendance transversale Est-Ouest que nous constatons aujourd'hui dans la Basse-Belgique, n'existait pas encore.

Cette situation a persisté jusque bien avant dans le Quaternaire. Les transformations qui ont suivi ont été provoquées par deux ordres de phénomènes qui ont caractérisé la période pléistocène dans notre pays. Ce sont d'abord des phénomènes d'ordre tectonique qui ont provoqué le retour de la mer entre la Flandre et le Sud de l'Angleterre, et sa communication avec la Manche par le détroit du Pas-de-Calais. Cependant les eaux marines prenaient possession de la Basse-Belgique, recouvrant la partie inférieure du réseau pliocène. Quant à la partie restée au-dessus du niveau de la mer, elle a subi des modifications profondes, non seulement sous l'influence des mouvements tectoniques que nous venons de signaler, mais aussi par suite de la profonde révolution survenue dans le climat de l'Europe pendant la période glaciaire.

Au début du Quaternaire, le climat tempéré de la seconde moitié du Pliocène persiste et on ne constate pas encore de refroidissement notable. D'un autre côté, l'érosion des rivières pliocènes continue à suivre son cours pendant le Quaternaire inférieur (Moséen de M. Rutot). Pendant le début du Quaternaire moyen (Campinien de M. Rutot), le travail d'érosion s'accentue encore et aboutit à la formation de graviers importants, qui sont probablement l'indice de pluies abondantes

qui précèdent la période glaciaire; celle-ci en Belgique se prononce surtout à la fin du Quaternaire moyen (Hesbayen de M. Rutot). C'est pendant le Campinien que le creusement des rivières atteint son maximum, correspondant probablement avec un léger soulèvement du Sud de la Belgique. A partir de ce moment, la partie occidentale du pays paraît avoir subi un affaissement correspondant à la formation de la partie flamande de la Mer du Nord, et du détroit de Calais. En effet, nous ferons valoir plus loin les arguments qui établissent que cette extension marine a débuté dès la période hesbayenne. En tout cas il est prouvé par des sondages nombreux que le fond du cours inférieur de la Lys en remontant jusque Courtrai et de l'Escaut, et au delà de Gand, se trouve en dessous de la cote 0. Il est du reste probable que la Flandre française et la partie inférieure du bassin de la Haine jusque Nimy ont participé à cet affaissement.

La partie orientale du pays par contre, et surtout la partie haute du plateau sablonneux du Limbourg, paraît avoir été relevée, de sorte que le cours moyen de la Meuse depuis Liége jusque Maestricht a subi une modification profonde, et entre autres une réduction notable des affluents de gauche. Nous aurons soin d'exposer plus loin les raisons qui plaident en faveur de cette hypothèse.

La transgression marine de la Basse-Belgique qui débute au Quaternaire moyen pendant la période glaciaire hesbayenne se continue pendant le Quaternaire supérieur (Brabantien et Flandrien de M. Rutot), et ce n'est qu'au début de l'époque moderne ou récente que la mer se retire, laissant les plaines basses de notre pays, ainsi qu'une grande partie de la Flandre occidentale, recouverte par un manteau de sables flandriens dans lequel les eaux d'amont vont de nouveau se creuser une voie vers la mer.

Mais cette fois encore, elles doivent suivre une direction nouvelle, puisque le bassin maritime s'ouvre maintenant à l'Ouest et au Nord-Ouest, en concordance avec les mouvements tectoniques que nous venons de signaler. Jusqu'au Campinien, les courants fluviaux d'une façon générale se dirigeaient vers le Nord, de sorte que les rivières traversaient la Basse-Belgique dans une direction perpendiculaire à celle des rivières d'aujourd'hui. Il paraît même, d'après les observations de MM. Mourlon, Rutot et Lorié, que la distribution géographique des galets de cette époque dans la Campine et dans le Sud des Pays-Bas permet déjà de distinguer d'après leur provenance les bassins de l'Escaut et de la Meuse. Donc après le retrait de la mer flandrienne, en concordance avec les mouvements tectoniques, affaisse-

ment à l'Ouest et soulèvement à l'Est, il s'est établi un nouveau réseau fluvial formé par l'Escaut en aval de Gand et par le Rupel, prolongement du Démer et de la Nèthe.

Toutefois l'Escaut d'Anvers ne se forma que plus tard, et nous aurons soin d'expliquer le mécanisme par lequel cette transformation s'est opérée.

La partie basse du pays se trouve recouverte encore aujourd'hui par les mers des sables quaternaires, et ceux-ci ont du reste subi en grande partie le remaniement éolien. Par contre la partie moyenne et aussi la partie supérieure de la Belgique présentent un manteau assez épais de limons plus ou moins purs, dans lesquels viennent s'intercaler des lits de cailloux. Les deux districts, limoneux et sableux, confinent sur une ligne indiquée successivement par le Démer, plus à l'Ouest par la courbe d'altitude de 20 mètres, et en amont de Gand par le cours de l'Escaut. C'est ici que l'on peut placer la limite de la mer flandrienne.

Le district limoneux a pour centre la Hesbaye qui confine au Nord au Démer, le long duquel cette formation cesse brusquement, c'est-à-dire que ce dépôt a cessé de se former dès qu'il rencontrait la mer de la Basse-Belgique qui sur l'autre rive du Démer a accumulé les sables flandriens marins de la Campine.

Mais sous, et parfois aussi au milieu des limons, on rencontre souvent des bancs de cailloutis mélangés à des sables grossiers plus ou moins rougeâtres. Ces derniers éléments deviennent d'autant plus marqués que l'on s'élève sur le plateau de la Hesbaye, vers la Sambre et la Meuse.

Les éléments constitutifs de ces conglomérats proviennent des silex du Crétacé, des graviers tertiaires et des roches ardennaises. Les limons et les cailloutis proviennent donc en grande partie de l'Entre-Sambre-et-Meuse et de l'Ardenne, et après s'être formés dans ces régions, ils ont été apportés sur la Moyenne-Belgique par des courants fluviaux dirigés dans le sens de l'ancienne direction pliocène vers le Sud des Pays-Bas.

Ici nous rencontrons une grande difficulté dans l'étude de l'évolution fluviale de la Belgique, et nous aurons plus loin à rechercher les indications topographiques actuelles, et à essayer de reconstituer les phénomènes de l'époque glaciaire, pour pouvoir expliquer comment les limons et les cailloutis glaciaires ont pu franchir le sillon de la Sambre-Meuse pour se déposer sur le plan incliné de la Moyenne-Belgique dont ils ont du reste profondément modifié la topographie.

Nous nous croyons obligé de dire dès maintenant que l'argument d'une crue unique hesbayenne ne nous paraît pas apporter la solution de la question.

Nous devons encore ajouter que dans la partie occidentale du pays, représentée par les Flandres, le limon hesbayen ne se caractérise pas nettement, et qu'on ne le rencontre plus guère au delà de la Lys. Cependant M. Rutot a pu constater aux environs de Courtrai qu'il s'y trouvait recouvert par un autre limon, l'ergeron, qu'il appelle aussi limon flandrien, dont la formation coïncide donc avec la fin des temps quaternaires. La décroissance graduelle du limon hesbayen à mesure que l'on s'éloigne du plateau d'Entre-Sambre-et-Meuse reposant sur le massif primaire de Rocroi nous est une preuve nouvelle que ce dernier représente, avec le massif de l'Ardenne, les régions où s'est opérée la formation du limon et des cailloutis de l'époque glaciaire.

Enfin nous rappellerons que M. Rutot nous a montré d'une manière très intéressante comment la formation du petit réseau fluvial de la côte flamande se trouve liée aux premiers événements historiques de notre pays, réseau que l'on peut considérer jusqu'à un certain point comme artificiel, puisqu'il ne se maintient que par des endiguements et des travaux continuels.

Il ressort clairement de cet exposé sommaire de l'évolution fluviale de la Belgique, que l'unité actuelle du bassin de l'Escaut n'en est qu'une phase momentanée. Nous constatons que les différentes parties ont évolué séparément, et qu'elles sont plus anciennes à mesure que l'on remonte vers la partie haute du pays, puisque l'émersion du bassin s'est faite par étapes, et qu'il y a eu des retours de la mer dans les parties basses. D'un autre côté, ces dernières ont été beaucoup moins affectées par les effets des révolutions climatériques de la période glaciaire quaternaire que celles qui occupaient un niveau plus élevé. Encore une fois, tout cela revient à dire que pour faire l'étude du bassin de l'Escaut, il ne faut pas se baser exclusivement sur le schéma de l'érosion graduelle de la surface du bassin, mais qu'il faut aussi tenir compte de son évolution tectonique.

Passons maintenant à l'étude des formes d'érosion que nous présentent les terrains que l'on rencontre dans le bassin de l'Escaut, et voyons si nous pouvons y découvrir des traces des réseaux anciens, de nature à nous fournir des conclusions qui concordent avec celles obtenues par l'étude stratigraphique.

Si nous remontons de l'embouchure de l'Escaut jusqu'aux sources de ses affluents, nous passons de la zone des polders dans la région

sablonneuse, et nous rencontrons ensuite, sur les plateaux de la Belgique moyenne, les limons. Ce n'est qu'au fond des vallées que se rencontrent les terrains tertiaires, le Crétacé, et enfin dans les ruisseaux qui constituent la partie supérieure de certains affluents, les terrains paléozoïques dont la mise au jour est l'œuvre d'une érosion très ancienne. Chacune de ces zones réagit d'une façon spéciale contre les processus d'érosion, et cela peut se constater nettement si l'on étudie la carte de la Belgique au 160 000e, dont les courbes d'altitude, distancées de 20 mètres, nous donnent une reproduction très claire de la conformation de la surface d'érosion actuelle.

La zone des polders constitue plutôt une zone d'alluvions ; cependant le lit du fleuve se déplace et s'élargit sous l'action sans cesse répétée du flux et reflux des marées.

La région des sables, comprenant la Campine, le Pays de Waes et la Flandre occidentale, a subi à un haut degré le remaniement éolien, et à un degré moindre l'érosion fluviale, étant donné la faible altitude de la région. Cette dernière a pu s'exercer davantage dans les collines de la Flandre occidentale et dans la Campine limbourgeoise où l'altitude est plus élevée. La région sablonneuse de la Campine anversoise présente des vallées peu accusées, et dans cette région on peut voir les lignes d'altitude largement espacées, plus ou moins parallèles, traversant le cours supérieur des rivières qui convergent entre elles sous des angles aigus. Cette érosion en nappes horizontales est due beaucoup plus au transport éolien des sables qu'à l'instabilité des berges des rivières et à leur déplacement. Si nous passons aux sables marins restés en place après leur émersion, on les voit prendre en profondeur une plus grande consistance par suite de la consolidation de bancs intercalaires. On peut facilement s'en assurer en examinant les carrières de sable si fréquentes autour de Bruxelles. On y voit des bancs plus ou moins épais, surtout vers le sommet, prendre une couleur rougeâtre ou brunâtre, et l'on y distingue nettement l'existence de bandes plus ou moins horizontales, parmi lesquelles quelques-unes gardent la couleur blanche originelle. Il suffit de les toucher du doigt pour constater qu'elles sont plus ou moins dures et qu'elles n'ont conservé leur couleur blanche que parce qu'elles sont imperméables aux eaux pluviales. Toute la disposition des bancs démontre que la circulation des eaux dans les sables bruxelliens ne se fait pas directement de haut en bas comme on serait disposé à le croire, mais qu'elles circulent horizontalement sur de grandes distances avant de pénétrer dans les niveaux inférieurs où elles arrivent privées des sels ferrugineux qui les

imprégnaient vers le sommet. Quant aux bancs durs imperméables, ils donnent parfois une très grande stabilité aux assises sableuses, comme le montre la Dendre dans son passage à travers les assises du Wemmelien constituant les collines de Grammont.

En continuant à remonter le cours des affluents de l'Escaut, on pénètre dans la région limoneuse, et nous rencontrons ici un autre type d'érosion, surtout caractérisé vers les sources des affluents. Les ruisseaux originaires se réunissent en forme d'éventail et les courbes d'altitude viennent se disposer en feston autour de chacune des branches de celui-ci. Les courbes des différents niveaux restent plus ou moins parallèles entre elles, de sorte que chaque bassin terminal présente une série d'étages qui communiquent par une gouttière commune dans laquelle coule le ruisseau principal. Le bassin de la Marcq à son origine près d'Enghien permettra de constater cette disposition.

Cette érosion en éventail a lieu de surprendre parce qu'elle ne correspond pas à ce que l'on peut observer en étudiant un massif de limon hesbayen lorsqu'il vient d'être isolé par les ouvriers briquetiers. Les eaux pluviales ne tardent pas à y creuser de profonds sillons, dont les parois forment des murs si raides qu'on les dirait taillés à la bêche. Mais il ne faut pas oublier que le manteau limoneux, dans notre pays, atteint rarement 20 mètres et qu'en réalité les terrains sous-jacents, c'est-à-dire généralement les terrains tertiaires, participent à l'érosion superficielle. Ce sont donc autant les eaux qui ont pénétré dans ces couches que les eaux pluviales de la surface qui contribuent à la formation de l'éventail d'érosion. Celui-ci est surtout le produit de l'éboulement des couches superficielles, minées en dessous par l'écoulement des sources des terrains perméables. L'éboulement se continue sur toute la périphérie de chacun des étages d'érosion, mais d'une façon inégale, et de là le dessin irrégulier de chacune des courbes d'érosion, qui restent cependant plus ou moins parallèles entre elles. On voit donc que l'érosion ne se fait pas exclusivement à la surface, mais qu'elle dépend aussi de la perméabilité plus ou moins grande des terrains profonds, des alternances de niveaux perméables et imperméables, et aussi de leur consistance. C'est grâce à cette dernière que les terrains limoneux ont des vallées beaucoup mieux caractérisées que celles des régions sablonneuses. La caractéristique principale est ici l'extrême ramification des affluents supérieurs. Enfin, dès que les vallées principales atteignent un certain développement, elles présentent une plus grande permanence que celles des terrains sableux.

Par suite de l'extension du travail d'érosion, les bassins voisins finissent par se rencontrer. Il se forme alors sur la limite ce que l'on pourrait appeler des témoins d'érosion ; ce sont les collines si fréquentes dans la Moyenne-Belgique et sur le plateau du Limbourg, formées par des lits plus ou moins horizontaux de terrains tertiaires et même quaternaires. Ces témoins doivent leur persistance au fait que, par suite de leur isolement, la circulation de l'eau dans les couches souterraines s'épuise. On peut dire que jusqu'à un certain point le témoin s'est desséché et que par conséquent l'écoulement des couches meubles, sables, argiles ou marnes, ne peut plus poursuivre son cours en dessous des couches de limon, lorsqu'il y en a pour les couvrir. Ces témoins, par suite de leur composition géologique, leur alignement, la disposition de leurs courbes de niveau, fournissent souvent des renseignements très concluants sur l'état ancien des bassins.

Si maintenant nous passons aux argiles recouvrant parfois les terrains crétacés de la Moyenne-Belgique, nous pouvons y étudier le cours du Geer depuis Sluse jusqu'à Maestricht, et aussi le cours supérieur de la Haine. Nous constatons que ces rivières coulent dans des gouttières où quatre et même cinq courbes d'altitude de 20 mètres, parallèles entre elles, serrent de très près le lit de la rivière. Le terrain crétacé est beaucoup moins perméable à l'eau que les formations tertiaires presque toujours sablo-argileuses. L'action souterraine de l'eau n'intervient ici qu'accessoirement, de sorte que c'est l'eau de ruissellement qui a surtout creusé les vallées en gouttière. Malgré qu'elles soient plus étroites que les vallées des terrains limoneux et surtout celles des terrains sableux, elles sont beaucoup plus anciennes; par suite de la stabilité plus grande des terrains, elles conservent plus longtemps leur forme et leur direction. Il va de soi que ces remarques s'appliquent encore davantage aux grès et aux terrains calcaires et cristallins.

L'imperméabilité de tous ces terrains n'est cependant pas absolue, et l'on sait qu'il y a de nombreuses grottes et rivières souterraines dans les calcaires de la Haute-Belgique, mais nous n'avons pas à insister ici sur cette question parce que ces formations sont très rares dans la Moyenne-Belgique. Cependant M. van den Broeck a signalé la probabilité des courants souterrains dans les terrains crétacés de la Hesbaye. A ce sujet nous signalerons la possibilité de l'effondrement du toit de ces rivières souterraines, transformées ainsi, plus ou moins brusquement, en canaux à ciel ouvert. C'est ainsi que nous nous expliquons la formation du ravin qui constitue le cours inférieur du Geer à partir de Sluse.

Des considérations générales qui précèdent il résulte que les vallées de la Basse-Belgique sont de création relativement récente. On ne doit guère les considérer comme des vallées d'érosion, étant donné le bas niveau qu'elles occupent. En outre elles ont modifié leur cours avec la plus grande facilité, de sorte qu'il est difficile de se rendre compte des phases anciennes du réseau, d'autant plus que les formes de terrains sont très peu accusées.

Les vallées des terrains limoneux le sont davantage et gardent mieux leur direction ancienne, de sorte qu'il est ici plus facile de se rendre compte des transformations du travail d'érosion. Celui-ci varie surtout d'après la nature des terrains sur lesquels repose le manteau de limon. D'abord celui-ci n'est pas continu, il permet par conséquent la pénétration d'une partie des eaux pluviales dans les couches profondes, et celles-ci subissent en outre, là où elles ont été mises à découvert, l'action directe de l'érosion contemporaine. Nous pouvons constater que depuis la Lys jusqu'au Geer, les vallées sont de moins en moins larges surtout dans la partie supérieure de leur parcours, à l'exception toutefois du rétrécissement de la Dendre devant Grammont; nous reviendrons du reste plus loin sur cette question. Plus on procède vers l'Est, et plus profondément les vallées se creusent dans les terrains sous-jacents aux limons. Cela résulte d'une durée d'érosion plus considérable, et aussi d'un soulèvement plus prononcé de la Moyenne-Belgique vers l'Est. Nous trouvons ici des vallées anciennes beaucoup mieux conservées que celles de la partie occidentale du pays. Malgré l'épais manteau de limon qui recouvre la Hesbaye, nous pouvons aisément reconnaître les vestiges des réseaux fluviaux qui ont précédé l'état actuel.

Pour la Senne, la Dyle et les affluents méridionaux du Démer, nous trouvons des caractères communs. Les cours inférieurs jusqu'à la ligne d'altitude de 20 mètres sont sensiblement parallèles; dirigés au Nord-Nord-Est, ils dévient graduellement au Nord et puis à l'Ouest. Plus haut, on rencontre souvent la direction pliocène Nord-Sud, qui caractérise souvent aussi les affluents supérieurs de droite. Les affluents de gauche des trois rivières présentent un parallélisme remarquable dont la direction semble ne tenir aucun compte de la pente générale actuelle de la région : c'est la direction Nord-Est des anciens affluents oligocènes des mers tongrienne et rupelienne. De plus, les affluents de droite sont généralement peu importants, ils débouchent souvent par une vallée très large qui paraît, dans beaucoup de cas, n'être que le prolongement d'un affluent de gauche correspondant, et il arrive

souvent, comme nous venons de le dire, que c'est un affluent Nord-Sud qui débouche dans la large vallée inférieure. Les terrains préquaternaires profondément entamés montrent que nous avons affaire ici à des formes d'érosion très anciennes.

Dans les vallées supérieures, l'érosion a entamé souvent des terrains très durs d'âge paléozoïque, et ce n'est pas aux sources actuelles, si peu importantes, que l'on peut attribuer cette action. Nous sommes ainsi conduit à la conclusion que les réseaux actuels ont été décapités et qu'ils s'étendaient autrefois au delà de la Sambre et de la Meuse jusque sur la Haute-Belgique.

Après ces considérations générales, nous allons passer à l'étude détaillée des différentes parties du bassin. Nous avons déjà constaté qu'elles ne présentent pas toutes la même évolution, ce qui nous permet d'établir une subdivision qui tiendra compte à la fois de l'évolution géologique et de la topographie actuelle. Nous étudierons donc successivement le système fluvial du littoral, la partie du réseau fluvial qui occupe la Basse-Belgique, et qui se trouve délimitée par la ligne d'altitude de 20 mètres, le bassin de la Lys-Escaut en amont de Gand, le bassin de la Dendre, et la série de rivières de la Moyenne-Belgique, depuis la Senne jusqu'au Geer inclus, en y comprenant la partie haute du plateau du Limbourg au Nord du Démer.

Évolution du système fluvial du littoral flamand.

Après le retrait de la mer diestienne et le relèvement concomitant de la crête de l'Artois et du Weald, l'émersion de la région située entre l'Angleterre et la Flandre s'étendit jusqu'au Norfolk; on peut donc admettre que le rivage méridional de la mer du Nord à cette époque s'étendait du Sud-Est de l'Angleterre jusqu'à la Hollande. Le réseau fluvial qui drainait la partie émergée coulait conformément au système post-diestien du reste de la Belgique dans la direction du rivage situé au Nord. Cet état de choses a duré jusque pendant le Quaternaire. Nous savons par les observations de M. Rutot que les dépôts moséens et campiniens du fond des vallées de nos rivières indiquent que l'évolution de celles-ci a suivi la même voie que pendant la fin du Pliocène.

Mais vers la fin du Quaternaire moyen un nouvel ordre de choses est venu s'établir. Dans les vallées, les dépôts de l'époque glaciaire viennent recouvrir le Quaternaire ancien ; et dans la partie occidentale

du pays, le fond des vallées inférieures, où se rencontrent surtout les dépôts à faune froide du Campinien, se trouve à plusieurs mètres en dessous du niveau actuel de la mer. En remontant vers le haut, on retrouve de plus en plus développé le limon hesbayen qui recouvre le Campinien du fond, les flancs des vallées et même les plateaux situés entre les rivières. Cette formation hesbayenne (Quaternaire moyen) correspond aux crues glaciaires de cette époque. C'est à ce moment que s'est formée la mer anglo-flamande ou la mer flandrienne de M. Rutot. Celle-ci occupait non seulement l'emplacement actuel de la mer anglo-flamande, mais elle couvrait en outre la Basse-Belgique, où elle pénétrait vers le Sud dans les vallées de la Lys et de l'Escaut, de sorte que la Flandre occidentale se serait trouvée totalement submergée, ou ce qui est plus probable, elle n'émergeait que par sa partie centrale, formée par les hauteurs qui s'étendent depuis les collines de la Flandre française jusqu'à celles de Thielt et peut-être au delà; car s'il y avait eu immersion complète, l'écoulement de la Lys aurait suivi plus tard le retrait de la mer vers le Nord-Ouest. Mais, au contraire, l'invasion marine de la Lys, qui aurait pénétré jusqu'aux environs de Courtrai, a totalement modifié le système des affluents supérieurs de la rivière, qui constituaient à cette époque un système littoral, en même temps que les rapports entre la Lys et l'Escaut se sont trouvés profondément modifiés.

Nous croyons pouvoir reporter le moment de la formation de la mer anglo-flamande à l'époque hesbayenne, contrairement à l'opinion de M. Rutot, qui place cet épisode dans le Flandrien vers la fin du Quaternaire. Nous verrons plus tard que le fond de la mer du Nord est semé de roches cristallines et schisteuses, de provenance étrangère, surtout de la Haute-Belgique, mais parmi lesquelles on rencontre fréquemment celles d'origine bretonne. L'explication la plus plausible de la présence de ces roches sur le fond de la mer, est celle qui les considère comme un apport des glaçons flottants de l'époque glaciaire, et il nous paraît dès lors probable que c'est à l'époque hesbayenne, alors que notre pays a été surtout affecté par le refroidissement du climat, qu'il faut attribuer la formation et le transport des glaçons, ce qui nous permet en même temps de dater le moment de la formation de la mer anglo-flamande quaternaire. Nous verrons du reste que ce transport de roches par des glaçons s'est effectué sur une vaste échelle, et qu'on les retrouve non seulement dans la Basse-Belgique, mais aussi dans la Hollande méridionale jusqu'à la rencontre du glacier scandinave avec les formations glaciaires des vallées du Rhin et de la Meuse.

Avant l'extension de la mer du Nord vers le Sud, alors que la région du Sud-Est de l'Angleterre se continuait avec la région belge, les rivières des deux pays formaient un système unique et coulaient, comme on l'a déjà dit, vers le Nord et le Nord-Est. Il est probable que les rivières du bassin de Londres, représentées par la Medway, la Tamise, et les rivières côtières d'Essex et de Suffolk se recourbaient vers le Nord et se réunissaient vers leur embouchure avec la Lys et l'Escaut, peut-être aussi avec la Meuse. C'est à ce système fluvial pliocène-quaternaire que nous croyons qu'il faut rattacher les argiles fluviales de Chillesford et probablement aussi les couches fluviales de Cromer, dont la formation indique les conditions arctiques du climat glaciaire Les argiles de Chillesford forment au-dessus du Crag pliocène une bande large de plusieurs kilomètres, plus ou moins parallèle à la côte actuelle de Suffolk et Norfolk, et s'étendant depuis Chillesford, situé au Nord de Harwich, vers Cromer, sur la côte septentrionale du Norfolk. Nous savons que M. Harmer attribue cette formation fluviale à une des phases du Rhin quaternaire, parce que des roches provenant du continent et surtout des Ardennes ont été constatées souvent au large d'Yarmouth et de la côte orientale de Norfolk. Mais celles-ci peuvent tout aussi bien représenter des apports glaciaires de la mer quaternaire charriés également par des glaçons. Si l'on examine la carte, il ne semble pas que le Rhin devait s'étendre si loin vers l'Ouest. D'ailleurs M. Harmer lui-même, en même temps que les géologues hollandais, a démontré l'existence d'un bassin d'affaissement très accusé, situé au voisinage du Zuiderzee actuel, dans lequel s'est formé l'étage amstelien, ainsi désigné par M. Harmer, et qui est une formation franchement marine, terminant l'époque pliocène en Hollande, et surmontée elle-même par du Quaternaire marin. C'est sur le bord de ce bassin marin quaternaire qu'est venu se fondre en Hollande le glacier scandinave, comme nous l'ont montré les travaux de M. Lorié.

D'un autre côté, la carte hydrographique de la mer du Nord indique clairement les embouchures de deux anciens fleuves quaternaires sur le rivage de cette époque. La ligne bathymétrique de 50 mètres qui s'étend depuis Flamborough Head, au Nord de l'embouchure de l'Humber, jusqu'au cap Skagen, qui termine la péninsule danoise, présente, de chaque côté du Dogger Bank, une échancrure très marquée où la profondeur descend à 100 mètres. Celle de l'Ouest, dirigée vers Flamborough Head, recevait probablement l'Humber, la Tamise, l'Escaut et la Meuse; celle de l'Est constituait, de son côté, le bassin inférieur de la vallée où se réunissaient l'Ems, le Weser et l'Elbe. De

cette manière il devient facile de s'expliquer la formation du Dogger Bank par l'accumulation de roches continentales et d'ossements de mammifères quaternaires qu'on y a constatés. Quant au Rhin, après avoir contribué au comblement de la mer qui couvrait une partie de la Hollande, il semble avoir prolongé son bassin à la fois vers l'Est et vers l'Ouest, car des fosses de profondeur intermédiaire entre 50 et 100 mètres, situées devant le Dogger Bank, paraissent indiquer ce double courant.

Enfin, pour compléter cette esquisse du système fluvial de la mer du Nord pendant le Quaternaire ancien, nous nous permettrons d'invoquer une étude récente de M. Holst, qui nous montre comment se présentait avant la formation du glacier scandinave l'écoulement des eaux de la partie orientale de la plaine de l'Allemagne du Nord. Il semble que la partie méridionale de la Baltique n'existait pas à cette époque, et que les eaux des rivières correspondant à la Vistule et à l'Oder se rendaient directement à la mer du Nord, à travers la Scanie et au Sud de la Norvège. Des sondages pratiqués en vue de l'établissement des travaux d'eaux pour la ville de Malmö ont établi l'existence d'une large vallée fluviale remplie actuellement par des dépôts morainiques. La direction de cette vallée prolongée, au Sud-Ouest, à travers la Baltique méridionale vient correspondre, près de Bromberg, avec un coude très prononcé de la Vistule actuelle, coude qui se serait formé lorsque ce retrait des glaces scandinaves, laissant derrière elles un nouveau bassin marin qui sépare aujourd'hui l'Allemagne de la Scanie, eut permis au fleuve préglaciaire de porter sa vallée inférieure vers le Nord-Est. Vers le Nord-Ouest, la vallée du fleuve Alnarp, comme l'appelle M. Holst, va se confondre avec le détroit du Sund qui sépare la Scanie des îles danoises, ce qui nous montre que les eaux préglaciaires de la plaine polonaise se dirigeaient d'abord vers la mer qui baigne la Norvège. L'âge préglaciaire de la vallée d'Alnarp est d'autant mieux établi qu'on y a rencontré *Corbicula fluminalis* ainsi que des fragments d'ambre, qui se retrouvent dans les dépôts anciens de la Vistule supérieure, et — comme on le sait — les dépôts fluviatiles de nos vallées appartenant au Quaternaire ancien présentent également des corbicules.

Mais l'apparition de l'époque glaciaire dans nos régions et la pénétration de la mer du Nord dans la région anglo-flamande, dans la Basse-Belgique et dans la Hollande méridionale, sont venues changer totalement les dispositions géographiques; et en même temps la communication de la mer du Nord avec la Manche par le détroit de Calais a séparé l'Angleterre du continent.

Nous avons dit que la transgression anglo-flamande ou la mer flandrienne de M. Rutot recouvrait la plus grande partie de la Flandre occidentale. C'est ainsi que l'on a constaté une épaisseur de plusieurs mètres de sable flandrien qui s'est déposé dans un golfe formé dans la Flandre française autour de Dunkerque. C'est à cette époque qu'il faut attribuer la capture de la Hem qui, descendant de la crête de l'Artois, coulait antérieurement dans la direction de l'Yzer par laquelle elle se continuait en affluent de gauche de la Lys. Quant à l'Aa, qui coule d'abord parallèlement à la Hem sur le plateau crayeux, il est difficile de dire si elle a commencé par se rattacher à l'Yzer ou bien si elle se rendait directement à la Lys supérieure. Quoi qu'il en soit, elle fut plus tard captée par suite de l'affaissement du bassin de Dunkerque où elle se réunit maintenant à la Hem.

Dans la Flandre occidentale, il n'était pas encore question de système littoral fluvial, puisque la mer s'étendait jusque sur le flanc des collines du centre de la province. Ce ne fut qu'après le retrait de la mer flandrienne, ce qui d'après M. Rutot eut lieu tout à la fin du Quaternaire, que l'émersion d'une bande littorale, qui toutefois fut beaucoup plus large que le versant marin actuel, eut pour conséquence l'établissement d'un régime d'écoulement des eaux vers la mer en voie de retrait. Ce fut alors que l'Yzer décapitée par le haut de la Hem, qui formait sa vallée supérieure, au lieu de couler vers la Lys comme pendant le Quaternaire préglaciaire, dirigea définitivement ses eaux vers le Nord-Ouest. Ce fut aussi vers ce moment que se formèrent les affluents qui plus tard se réunirent dans le Zwin; seulement les embouchures de toutes ces rivières se trouvaient au delà du rivage actuel. On sait que sur toute l'étendue de la côte actuelle on rencontre, jusqu'à une certaine distance sous les eaux de la mer, une couche de tourbe plus ou moins épaisse recouverte par des argiles et des sables marins. Cette tourbe, formée par des restes de plantes de marais, renferme des troncs de chênes et de pins, elle témoigne indubitablement d'un retrait marqué de la mer au delà de ses limites actuelles.

Elle a commencé à se former au début de l'époque récente, et, pendant qu'elle s'accumulait, les populations qui l'ont occupée y ont laissé des traces de leur passage; c'est ainsi qu'on y trouve des silex néolithiques, des constructions palafittes des objets montrant l'occupation gauloise et aussi, vers la fin, des monnaies romaines dont les dernières datent du IVe siècle de notre ère et occupent les niveaux supérieurs de la tourbe. Celle-ci se couvre ensuite d'alluvions marines, dans la plaine maritime, ce qui indique qu'elle fut à cette époque de nou-

veau occupée par la mer. Ces nouveaux dépôts marins sont constitués par une série de sables et d'argiles poldériennes, témoins des oscillations du niveau de la plaine.

Parmi les formations marines les plus récentes, il faut citer les sables à Cardium qui terminent la série et montrent, par leur distribution, qu'autrefois le rivage ne présentait pas la disposition rectiligne actuelle. Celle-ci est due en partie à la formation des dunes, en partie aux endiguements qui ont complètement transformé cette partie de notre pays depuis le Xe siècle. La côte présentait autrefois plusieurs golfes que l'on peut encore reconnaître en suivant les contours de la plaine maritime marquée par la ligne d'altitude de 5 mètres et où apparaissent à la surface les sables à Cardium parfois recouverts par les sables éoliens. Le golfe du Zwin recevait les eaux de la Waerdamme; il a duré pendant tout le moyen âge et au delà, et a permis le développement remarquable du commerce maritime de Bruges. Il y avait aussi un golfe qui s'étendait de Dixmude à Furnes et pénétrait par la vallée de l'Yzer jusqu'à la frontière française actuelle. Enfin le golfe de Dunkerque a capté l'Hem et plus tard l'Aa. Ce sont les ruisseaux qui venaient se réunir dans le golfe de Dixmude-Furnes qui ont creusé le cirque sur le bord duquel est situé Ypres, et dont le rebord est formé par les collines de la Flandre française, le mont Kemmel et les hauteurs de Wytschaete, Hollebeke, Gheluwveld, Passchendaele, Staden et Dixmude. C'est sur cette crête que M. Rutot a découvert les éolithes des populations reutéliennes préglaciaires. On y rencontre les éolithes mélangés à d'autres silex, très abondants, dont il faut rechercher l'origine dans les couches crétacées de l'Artois. Ces silex, parfois assez volumineux, d'autres fois à l'état d'éclats, se présentent aussi à l'état de galets plus ou moins gros, d'autres fois en blocs très peu roulés et assez volumineux, qui ne semblent pas avoir été apportés par les eaux des anciennes rivières. Un examen de la carte de la province montre le rayonnement des ruisseaux vers le centre du golfe aujourd'hui occupé par la plaine marine, dans laquelle ils devaient se réunir plus tard à l'Yzer, lorsque la mer se fut définitivement retirée vers le Xe siècle. Mais les travaux d'endiguement et de canalisation ont depuis lors donné au réseau une forme complètement artificielle. Parmi tous les affluents du golfe de Dixmude, seule l'Yzer nous montre à proximité et au delà de la frontière française une vallée naturelle ancienne caractérisée par une double terrasse, ce qui s'explique si on admet que cette partie de la rivière date de l'époque où les eaux de la partie correspondante de la crête de l'Artois descendaient vers le versant gauche de la vallée de la Lys.

Réseau fluvial de la Basse-Belgique.

Nous étudions ici la région située au Nord de la ligne d'altitude de 20 mètres, depuis Eecloo jusqu'à la Campine limbourgeoise. On remarque dans cette plaine basse les collines d'Eecloo se reliant au Pays de Waes par une crête peu marquée qui descend à 6 mètres près de Lokeren, où commence de l'autre côté de la Durme le plateau de Saint-Nicolas. Celui-ci se continuait autrefois par Rupelmonde, Hoboken avec les collines de Hove, Contich, Reeth, au delà desquelles passe la Nèthe se rendant de Lierre vers le Rupel. Puis le pays se relève lentement et nous voyons apparaître les collines de Wavre-Notre-Dame, Putte, Heyst-op-den-Berg, Hersselt, Veerle et au delà vers Tessenderloo le plateau du Limbourg, sur lequel les affluents supérieurs de la Nèthe et du Démer coulent parallèlement les uns aux autres sans former de vallées nettement séparées. La constitution géologique de cette série de collines montre qu'elles formaient autrefois une crête continue. Ce sont les affluents du réseau de la fin du Pliocène et du début du Quaternaire qui, en creusant leur vallée inférieure, ont commencé à former les larges ouvertures que l'on constate actuellement dans la crête. Chacune d'elles correspond à un des affluents pliocènes. La Lys-Escaut a passé par l'espace qui sépare les collines d'Eecloo de celles situées à l'Est de Lokeren; l'étroit chenal qui existe entre Hemixem et Rupelmonde répond peut-être à un ancien lit de la Dendre et est aujourd'hui occupé par l'Escaut inférieur, tandis que la Senne réunie à la Dyle passait entre Waerloos et Wavre-Notre-Dame; les affluents situés plus à l'Est se rendaient les uns au Nord, les autres vers la Meuse. Telle nous paraît avoir été la situation lorsque pendant la période glaciaire la mer est revenue envahir la Basse-Belgique. Il semble même qu'une partie de la vallée de la Lys-Escaut, et à un moindre degré celle de la Dendre, ont été occupées par la mer; de son côté, le Démer inférieur était également inondé. Il faut donc admettre qu'il y a eu un affaissement de cette partie du pays, surtout prononcé vers l'Ouest, tandis que la Hesbaye et la partie orientale du Limbourg se sont relevées.

La topographie du sillon du Démer inférieur ne répond pas du tout au schéma ordinaire des vallées d'érosion. Sa pente est à peine marquée; ce n'est qu'à la réunion de la Gette, de la Herck et du Démer que la ligne d'altitude de 20 mètres traverse le fond de la vallée; et

les courbes d'altitude supérieure n'ont absolument rien de commun avec la direction de cette dernière. Le golfe de la mer flandrienne qui s'est formé ici lors du retrait de cette dernière, recevait un système de rivières littorales; actuellement la région se présente comme une zone de rencontre pour les eaux du versant limbourgeois avec celles qui descendent du plan incliné de la Hesbaye. C'est ainsi qu'a débuté le réseau actuel de la Campine avec sa direction occidentale, alors que le réseau plus ancien qui se rendait à la mer pliocène et à la mer quaternaire du Sud des Pays-Bas, était dirigé du Sud au Nord. Le réseau actuel de la Campine présente du reste dans sa partie supérieure les caractères de la configuration éolienne : larges vallées peu accusées, direction Nord-Est des affluents sur la direction des vents prédominants du Sud-Ouest, et alignement correspondant des collines témoins sur le plateau limbourgeois.

Au point de rencontre des deux Nèthes, près de Lierre, les eaux au lieu de continuer leur cours vers Anvers, se retournent brusquement au Sud-Ouest vers le Rupel à travers la large ouverture de la crête de la Campine par où passait la rivière pliocène qui transportait en sens contraire les eaux de la Senne et de la Dyle pliocènes. Nous pouvons heureusement apporter des preuves paléontologiques de l'existence de cette rivière. Le sol des environs de Lierre a fourni à plusieurs reprises des ossements de Mammouth et d'autres grands Mammifères de l'époque glaciaire. Le baron van Ertborn a montré qu'ils se trouvaient à la cote 0, sous une couche de tourbe recouverte de sables flandriens occupant le lit d'une rivière qui coulait au Nord. La mer, du reste, ne se trouvait pas très loin, d'après le même géologue; il a cru reconnaître sur le versant septentrional de la crête Eecloo-Campine un cordon littoral auquel il attribue l'âge quaternaire ancien, parce qu'on y a trouvé le squelette d'*Elephas antiquus* (var. *trogontherii*) qui figure au Musée de Bruxelles à côté du Mammouth de Lierre. Ce cordon littoral aurait donc été formé par la mer qui envahit la Basse-Belgique pendant la seconde moitié du Quaternaire. Une observation faite par M. van den Broeck semble confirmer ces conclusions. Il signale des formations littorales dans le voisinage de Ranst, à quelques kilomètres au Nord de Lierre, qui renferment une faune quaternaire où figurent *Cardium edule* et *Mytilus edulis*.

Des coquilles quaternaires ont été également constatées dans les sondages du Nord de la Campine. M. Mourlon signale les sondages de Wortel et de Strybeek dans le bassin de la Marck. Sous des alternances de sables et d'argile on rencontre des niveaux marins, les uns en

dessous de — 17 mètres, les autres jusque — 52 mètres, dont la faune indubitablement quaternaire indique le retrait de la mer vers le Nord.

M. Lorié a fourni des preuves encore plus décisives de l'existence du système fluvial à direction Nord-Sud dans la Campine et le Brabant septentrional. Il a signalé dans ces régions l'existence de ce qu'il a appelé le Diluvium de l'Escaut, caractérisé par de petits galets de silex, de quartz et de quartzite, en tout semblables à ceux que l'on rencontre dans la vallée de l'Escaut. Nous verrons plus loin que dans la Campine limbourgeoise on rencontre des conglomérats beaucoup plus développés, renfermant les éléments signalés tantôt, mais où de plus prédominent les roches de l'Ardenne. Ces apports venus du Sud démontrent la persistance du réseau pliocène jusqu'à l'arrivée de la mer hesbayenne-flandrienne. Nous pouvons même au moyen des niveaux quaternaires fournis par les sondages de Wortel et de Strybeek, affirmer que le sol de la frontière a continué à s'affaisser pendant l'époque récente, en correspondance avec le centre d'affaissement plus ancien d'Utrecht et d'Amsterdam. Et pendant que ces affaissements se produisaient, les sables éoliens et les alluvions des petites rivières actuelles se déposaient en couches successives au-dessus des niveaux purement marins du côté du Brabant septentrional, alors que le réseau actuel de la Nèthe était en voie de formation.

Mais pourquoi, après le retrait de la mer flandrienne, les eaux de la Campine ont-elles cessé de couler au Nord où se trouvait la zone d'affaissement du Zuiderzee? La Campine n'a guère participé au mouvement d'affaissement septentrional, et peu à peu la mer du Brabant hollandais a été comblée par les apports glaciaires et post-glaciaires de la Meuse et du Rhin, tandis que la mer de Flandre est restée ouverte du côté de l'Ouest. Il est probable que la Nèthe a commencé à couler vers Anvers par Ranst et le Grand Schyn, mais le courant prépondérant du Démer-Rupel n'a pas tardé à attirer les eaux de la Nèthe le long du chenal de la rivière de Lierre, qui avant la dernière invasion marine de la Basse-Belgique transportait les eaux vers le Nord. Les tourbières du début de l'époque récente, qui couvrent en Campine les sables flandriens, montrent que l'établissement du régime de la Nèthe s'est fait dans des marécages, d'ailleurs encore fréquents dans cette région, et ce n'est que graduellement que le réseau s'est formé. Nous avons déjà dit qu'il avait fortement subi l'influence du transport des sables éoliens.

Après cette étude du bassin de la Nèthe, il nous reste à examiner

la partie du réseau de la Basse-Belgique qui apporte les eaux de la Flandre, du Hainaut et de la Hesbaye, arrivant aujourd'hui par deux rivières, l'Escaut de Termonde et le Rupel. Nous voyons ceux-ci se réunir à leur tour et traverser la crête de la Campine par la passe située entre les collines de Rupelmonde, d'un côté, et celles qui sur la rive droite commencent à Hemixem pour s'étendre dans la direction de Reeth et Contich. Le fleuve, après avoir traversé les terrains bas et marécageux de l'embouchure du Rupel, franchit la bande de terrains sablonneux s'élevant sur les deux versants à l'altitude de 20 mètres. La disposition hypsométrique de la région occupée par le Rupel et l'Escaut de Termonde semblerait plutôt devoir guider les eaux vers le bassin en aval de Gand. C'est ce qui paraît avoir eu lieu immédiatement après le retrait de la mer hesbayenne-flandrienne, et les eaux arrivaient alors à l'embouchure de l'Escaut actuel entre la Flandre et la Zélande. On peut ainsi s'expliquer le niveau anormalement bas de la région située en arrière de la crête de la Campine. Elle a d'abord subi l'érosion Nord-Sud du réseau pliocène campinien (qui a persisté pendant l'évolution des étages scaldisien, poederlien, moséen et campinien), et pendant laquelle la crête de la Campine faisait encore partie du plan incliné de la Moyenne-Belgique, alors qu'elle en est séparée aujourd'hui par la ligne de l'altitude de 20 mètres, qui limite au Nord et au Sud la région basse du Démer, du Rupel et de l'Escaut de Termonde. La mer est venue ensuite envahir cette partie basse, probablement par suite d'un affaissement très peu prononcé et coïncidant avec celui de la partie occidentale du pays et la formation de la mer anglo-flamande, de sorte que, cette dernière s'étant retirée, il en est résulté la formation des rivières actuelles à direction perpendiculaire à celle du réseau précédent, en même temps que le niveau général de la région s'est trouvé abaissé en dessous de celui de la crête de la Campine, et celle-ci s'est ainsi trouvée isolée du reste du pays.

Le réseau qui a succédé au retrait de la mer flandrienne ne se présentait pas tout à fait sous l'aspect que nous lui connaissons aujourd'hui. Les eaux du Démer et de la Dyle se réunissaient à celles de la Senne au Sud de Malines, pour se rendre vers l'Escaut de Saint-Amand. M. Rutot a signalé dans cette région la présence du lit abandonné d'un ancien courant. Toutefois le dessin topographique est trop peu accentué pour affirmer d'une manière précise les transformations successives qui ont eu lieu, mais une chose nous paraît claire, c'est que les eaux arrivaient de la partie orientale de la Moyenne-Belgique pour se rendre par Saint-Amand et peut-être par Termonde dans la direc-

tion de Gand, où elles arrivaient en sens contraire du courant actuel.

De Gand, le trajet vers la mer se trouve si bien indiqué par la topographie du Nord de la Flandre orientale, que l'on a même prétendu que cette communication existait encore vers l'an 800. On sait que le canal de Gand à Terneuzen traverse au delà de la frontière une région de criques, qui vont en se développant vers le Braakman; c'est là une partie de l'estuaire de l'Escaut, avec lequel il communique par la passe de Terneuzen à l'Est, et le Sas-de-Gand à l'Ouest. Il se présente tout à fait comme l'estuaire du prolongement de l'Escaut venant directement de Gand vers l'embouchure occidentale actuelle. A l'Est du Braakman, nous rencontrons sur le bord méridional de l'estuaire actuel plusieurs criques analogues mais moins importantes : ce sont celle de Terneuzen et l'Hellegat qui proviennent de la région située entre Axel et Hulst et, enfin, les criques inondées de Saftinge. Nous dirons tantôt le rôle que ces criques ont joué dans la transformation ultérieure de l'Escaut, qui fait déboucher le fleuve par Anvers.

Si nous étudions la topographie de la région située au Sud de l'estuaire, nous rencontrons au Nord de Mendonck une zone de collines sablonneuses très basses, qui s'alignent depuis Eecloo, par Ertvelde, le Nord du Moervaart, jusqu'à Stekene. Ce sont des restes de dunes témoignant d'un transport éolien de sables dans la direction de l'Est, qui a débuté après le retrait de la mer flandrienne. Ce sont ces sables qui ont graduellement barré le cours du fleuve se rendant autrefois au Braakman et ont obligé les eaux à se détourner successivement vers la série de criques que nous venons de signaler. Nous pouvons même encore retrouver sur la carte les traces des différentes étapes du déplacement de l'Escaut. Elles sont représentées par des cours d'eau à direction Nord-Est, qu'on a souvent confondus avec des canaux artificiels, parce qu'on ne pouvait pas s'expliquer leur rôle naturel dans le réseau actuel de la Basse-Flandre. Les travaux anciens qui les ont approfondis, n'ont fait qu'utiliser des canaux naturels autrefois beaucoup plus importants, mais qui sont devenus des bandes marécageuses lorsqu'ils ont été abandonnés par les eaux courantes. Ce sont le Moervaart et la Zuidlede, qui occupent les bords d'une large dépression naturelle qui vient se terminer à Stekene, dans la zone des dunes anciennes; la Westlede, qui disparaît dans les terrains sableux au Sud-Ouest de Saint-Nicolas; l'Oudlede, qui fait encore communiquer l'Escaut de Gand avec la Durme de Lokeren. Il paraît probable que la partie de cette dernière rivière située vers l'aval constituait autrefois un cours d'eau amenant les eaux d'un Rupel ancien par la partie de

l'Escaut s'étendant de Rupelmonde à Thielrode, de sorte que le cours ancien de la Durme était alors dirigé en sens contraire : il se rendait par Hulst vers l'Hellegat ou la crique de Saftinge. Pendant ce temps la Dendre coulait de Termonde vers Gand.

Mais tout cela ne suffit pas pour expliquer comment les eaux venues de la Moyenne-Belgique sont parvenues à creuser la crête de la Campine entre Rupelmonde et Hemixem, et à se former un lit nouveau dans les tourbières d'Austruweel, formées au début de l'époque récente. Cette passe paraît déjà avoir servi de passage aux eaux de la Dendre du réseau pliocène campinien, mais après le retrait de la mer flandrienne, la crête s'étant plus ou moins reconstituée par le dépôt des sables flandriens, la région d'Anvers devient un vaste marécage. Nous venons de dire que la Dendre coulait alors dans la direction de Gand, de même que les autres rivières situées plus à l'Est se rendaient à l'Escaut du Braakman par l'Escaut de Thielrode et la Durme.

Lorsqu'on étudie la circulation des eaux dans les affluents qui vont aboutir actuellement au Bas-Escaut, on est frappé de voir la marée s'y propager sur de grandes distances. On la constate à Lierre pour la Nèthe, à Termonde pour l'Escaut, et à Moerbeke pour la Durme. Nous avons déjà fait allusion au rôle que les courants de marée ont joué dans le creusement de l'estuaire et de ses prolongements vers l'Est. La marée a dû jouer un rôle analogue dans les canaux, par où arrivaient les eaux supérieures pendant les différentes étapes que nous venons de signaler, de sorte que l'action de la marée se transportant vers l'Est à la suite des déplacements éoliens, a commencé par attaquer sur ses deux flancs la crête des collines de Saint-Nicolas, qui se continuaient encore vers Rupelmonde, Hemixem, Contich; et c'est ainsi que celle-ci a fini par céder à l'endroit où passait autrefois la Dendre pliocène.

On peut encore, en étudiant la topographie de cette région, se rendre compte comment le passage du fleuve s'est opéré. D'abord on voit la Dyle-Démer prolongée par le Rupel et l'Escaut, serrer de plus en plus près la crête de la Campine qui présente un versant très raide à Rupelmonde, Steendorp, Thielrode et Elverseele.

On voit l'Escaut, au moment de traverser la crête, recevoir un peu en aval du Rupel un petit affluent, qui attire l'attention parce que son courant est dirigé en sens contraire de celui du fleuve. C'est le Struysbeek. Son bassin s'est creusé dans la crête entre Hemixem, Hove, Contich et Reeth. Il nous paraît évident que c'était là un affluent droit de l'ancien réseau Rupel-Durme qui a creusé la crête; mais

le tronc principal du petit bassin n'apparaît plus aujourd'hui, parce qu'il a été remplacé par l'Escaut qui coule vers Anvers.

La marée se propageait très probablement jusque dans le Struysbeek ancien, de même qu'elle était arrivée à pénétrer jusque dans une petite rivière correspondante du versant Nord de la crête. Celle-ci, attaquée des deux côtés par les courants de marée, a fini par livrer passage aux eaux de l'estuaire, et permettre par leur rencontre avec les eaux de la zone basse méridionale la transformation graduelle du réseau du début de l'époque récente en celui que nous voyons aujourd'hui. Le Rupel s'est de plus en plus porté vers le Nord ; le courant de la Durme uni à celui de l'Escaut jusque Rupelmonde s'est peu à peu renversé. L'ancien bassin pliocène de la Dendre inférieure, peut-être déjà occupé par les eaux de la Senne, a été envahi par la marée, de sorte que les eaux de Termonde ont cessé de couler vers l'Ouest et se sont dirigées vers Thielrode. Enfin le courant de marée se propageant de Termonde vers Gand, a fini par accaparer les eaux de la Flandre aux dépens de l'Oude-Leede. Mais le renversement du courant ne pouvait plus être très puissant, la Lys et l'Escaut se sont péniblement recourbés par des méandres bizarres dans la direction de Destelbergen, de sorte que le bassin large et plat qui s'étend jusque Termonde, avec ses méandres abandonnés, constitue plutôt un marécage traversé par un cours d'eau peu actif, qu'une zone d'érosion fluviale.

Les observations de MM. Rutot et Hasse viennent confirmer les explications qui précèdent et indiquent même une date approximative pour la formation de l'Escaut d'Anvers. M. Rutot a établi la succession stratigraphique des couches qui se sont déposées pendant l'établissement du système de rivières du littoral. Il a rappelé que la couche de tourbe datant de l'époque récente renferme une série de témoins archéologiques, dont les plus récents sont des monnaies romaines datant depuis Jules César jusque l'empereur Posthumus, qui a régné vers l'an 300. C'est à partir de cette date que débute une invasion marine qui a déposé les « alluvions marines inférieures ». C'est vers le début du IVe siècle que la transgression atteint son maximum et elle dure jusque vers l'an 840. Après le retrait de la mer, un régime poldérien s'établit sur la région littorale.

De son côté M. Hasse vient d'étudier la géologie d'Anvers à la réunion des deux Schijn et de l'Escaut. Ces deux rivières ont également creusé leur lit dans la tourbe du début de l'époque récente ; celle-ci a du reste continué à s'accumuler jusqu'au XIe siècle, où la

construction des digues est venue régulariser et activer le cours marécageux des rivières de la région. Le lit creusé dans les couches pliocènes est constitué par une série de formations fluviatiles. Au sommet se rencontrent les sables, argiles et limons qui se sont déposés depuis le XIe siècle, et présentent une stratification horizontale régulière. On rencontre en dessous, des dépôts à stratification entrecroisée datant du IIIe ou IVe siècle. Ils renferment un mélange de fossiles poederliens, scaldisiens, diestiens, miocènes, oligocènes, avec des coquilles fluviatiles modernes, des troncs d'arbres et des blocs de tourbe. La stratification est très irrégulière, et on peut y reconnaître l'action de courants de marée très puissants. Nous voyons donc apparaître ici les courants de marée précurseurs de l'extension de l'estuaire vers l'Est; ce sont eux qui ont remanié et rassemblé les fossiles venus de l'aval, et ils ne vont pas tarder à percer la crête de la Campine et à établir la communication entre l'estuaire d'Anvers et les rivières qui traversent de l'Est vers l'Ouest la partie méridionale de la Basse-Belgique. Nous voyons donc que vers l'époque où existait l'invasion marine flamande signalée par M. Rutot, la marée en s'avançant jusqu'en amont d'Anvers, a constitué entre le IIIe et IVe siècle le réseau actuel de l'Escaut. Ajoutons que, après l'an 1000, une série de tempêtes venant rompre les digues récemment construites, ont encore modifié l'aspect de la zone d'inondation du Bas-Escaut.

Pour finir, nous croyons de notre devoir de reconnaître que le schéma que nous venons de développer à l'aide de considérations purement géologiques ne semble pas concorder complètement avec les données historiques, assez vagues il est vrai, que l'on a pu réunir au sujet de la région du Bas-Escaut depuis le commencement de notre ère jusqu'au XIIe siècle.

César, dans ses *Commentaires*, parle d'une rivière qui était probablement l'Escaut : elle se rendait vers l'embouchure de la Meuse. Sur les cartes de Ptolémée, l'Escaut figure comme fleuve spécial sous le nom de Tabuda; plus tard Pline et d'autres auteurs romains en font mention. Jusqu'au VIe siècle, les inondations se répètent en Zélande pendant que les Francs, les Saxons et les Frisons y pénètrent. Ensuite, après avoir été ravagée par les Normands, la région du Bas-Escaut fut partagée, par l'empereur, entre les comtes de Flandre et de Hollande. Vers 1007, le comte Baudouin reçut Walcheren et Borssele, mais ceux-ci sont restés cependant au pouvoir des comtes de Hollande. Les Zélandais de cette époque distinguent une Zélande à l'Est et une autre à l'Ouest de l'Escaut, comme si le bras occidental n'existait pas

encore. Ce ne fut que plus tard que l'on fait mention de l'Escaut occidental ou Hont. Sous ce dernier nom, on aurait désigné autrefois une localité importante détruite par l'inondation vers 1277. A partir de cette époque, les endiguements se multiplient, et les cartes anciennes de la Zélande montrent que les contours actuels sont nés graduellement par suite des travaux de défense contre les flots de la mer. Enfin, ce qui vient encore contribuer à l'obscurité de l'histoire ancienne du Bas-Escaut, on signale l'existence d'un dédoublement ou probablement d'une première ébauche du bras occidental, qui commençait à Calloo et s'étendait vers l'Ouest, sous le nom de Bolixate et de Dullart, qui se rendait au Braakman, mais se prolongeait au delà pour se réunir, sous le nom de Sincfalla, au golfe du Zwin.

Bassin de la Lys et de l'Escaut.

On peut encore reconnaître dans ce bassin l'ancienne direction oligocène vers le Nord-Est. C'est surtout le cas pour la Lys, et elle a pu rester la même non seulement après la régression diestienne, mais encore après la formation de la mer anglo-flamande, et aussi après le retrait de la mer flandrienne, en exceptant toutefois le système littoral, qui s'est formé aux dépens des affluents occidentaux de la Lys. Cette direction oligocène se reconnaît encore pour le cours supérieur de la Waerdamme et pour la Poucquesbeek. Cette dernière descend de Thielt vers le Nord-Est et, se prolongeant par l'Oude-Caele, allait rejoindre l'Escaut postflandrien du Braakman.

Cette persistance de l'orientation du bassin de la Lys nous paraît démontrer que la mer flandrienne n'a pas complètement recouvert la Flandre occidentale, sinon la mer, en se retirant, aurait entraîné la Lys et même une partie de l'Escaut vers le littoral actuel. Nous croyons plutôt, avec M. Rutot, qu'il y a eu affaissement du bassin de la Lys et aussi de la partie inférieure du bassin de l'Escaut, ce qui explique qu'une partie de leur vallée a été inondée par la mer.

C'est ainsi encore que nous nous expliquons le fait que les deux rivières coulent actuellement sur leurs alluvions anciennes. M. Lorié nous a donné une carte très instructive de la disposition des niveaux maximum d'érosion quaternaire dans les deux vallées, depuis Armentières et Pecq respectivement jusque Watervliet, au débouché de ce qu'il a appelé la « vallée de Gand » dans le Braakman. Le maximum d'érosion des rivières quaternaires, que M. Rutot place à la fin du

Campinien, est immédiatement suivi par les crues hesbayennes glaciaires, qui viennent déposer dans le lit des rivières d'énormes quantités de limon qui relèvent le fond et empêchent, dans le cours supérieur tout au moins, la pénétration de la mer. Les eaux coulent donc aujourd'hui sur les alluvions anciennes du Campinien et du Moséen.

Nous avons vu comment la Lys recevait autrefois toutes les eaux de la partie occidentale de la crête de l'Artois, et comment la Hem, l'Aa d'un côté, et l'Yzer supérieure de l'autre, ont été capturées par la mer qui a envahi la Flandre au IVe siècle. Le réseau ancien, qui avait conservé la direction oligocène, coulait autrefois sur un plan d'érosion normal depuis l'Artois jusqu'aux collines d'Eecloo. Ce n'est que plus tard que la Lys française a acquis des affluents à direction transversale, tels que le ruisseau du canal de Neufossé, la Doeve de Warneton, la Deule et la Marcq inférieures. Ce réseau a creusé la région basse entre la crête de l'Artois et les collines de la Flandre occidentale.

C'est à l'époque de la pénétration de la mer flandrienne jusque dans la vallée de la Lys, qu'il faut faire remonter l'apparition de ce réseau supérieur de la rivière. Il s'est établi alors dans la Flandre française un réseau littoral formé par les rivières que nous venons de signaler. L'activité d'érosion a été d'autant plus grande que l'affaissement de la mer flandrienne ne s'est pas étendu aussi loin, de sorte que presque tous les terrains situés au-dessus de l'argile yprésienne ont été enlevés. Il est probable cependant que l'affaissement a envahi plus tard cette région, située entre le bassin d'affaissement de la Haine et celui du golfe de l'Aa, car elle est devenue une vaste tourbière, où se sont déposées une série de couches dans lesquelles M. Gosselet a retrouvé la suite des industries humaines se continuant jusqu'à l'époque historique.

L'Escaut a gardé également la direction oligocène depuis Gand jusque Espierres. En amont, la direction devient Nord-Sud, et sa vallée se rétrécit rapidement jusque Condé. Ici elle s'élargit de nouveau et en même temps la direction redevient oligocène. Il semble donc que l'Escaut depuis Espierres jusque Condé n'existerait que depuis le retrait de la mer diestienne, et le fleuve dont la vallée s'élargit considérablement à l'Ouest, s'étendait d'abord dans la direction du canal de Roubaix à Espierres. Un ruisseau peu important représente aujourd'hui cet Escaut supérieur, qui recevait les eaux de la Marcq et de la Deule avant la transgression diestienne. C'est à l'arrivée de la mer flandrienne dans la vallée de la Lys que la Deule

et avec elle la Marcq se sont dirigées vers le Nord-Ouest, pour se joindre aux autres rivières du réseau flandrien de la Lys supérieure.

Nous avons donc retrouvé la direction Nord-Est oligocène en amont de Condé; un affluent de gauche, la Scarpe, coule dans le même sens. Les deux rivières transportaient donc vers la région belge les eaux oligocènes de l'Artois oriental et du Cambrésis, et puisque l'Escaut de Condé à Espierres n'existait pas encore, et que l'affaissement du bassin inférieur de la Haine ne s'était pas encore produit, les eaux continuaient leur cours vers le bassin de la Dendre et celui de la Senne, comme l'a déjà montré M. van Overloop. Nous voyons donc que l'Escaut a subi de profondes modifications après le retrait de la mer diestienne. Il a capté les eaux supérieures du bassin de la Dendre, et il est devenu ainsi la principale artère du réseau, alors que c'est la Lys qui constitue la partie la plus ancienne, mais modifiée par l'influence de la mer flandrienne.

Bassin de la Dendre.

La Dendre est celui des affluents de l'Escaut dont le bassin a été le plus modifié. Cependant, en suivant la méthode d'analyse des séries successives de directions des parties constituantes du réseau, mise en regard des faits tectoniques et stratigraphiques établis par les géologues qui ont étudié la région, on peut encore se rendre compte des transformations survenues.

D'abord ce bassin est actuellement très réduit, puisqu'il est le seul des affluents de l'Escaut qui n'atteigne pas la périphérie du bassin. Il présente encore une autre anomalie : c'est que, d'après la disposition générale de son orographie, il semblerait devoir se continuer par ses affluents orientaux avec le bassin de la Senne, tandis que nous voyons les eaux se réunir en un canal commun pour traverser la chaîne des collines de la Flandre orientale, dont la barrière présente plus de 100 mètres de hauteur depuis Renaix jusqu'à Grammont. Tout cela peut s'expliquer par l'étude de l'évolution du bassin.

Les affluents supérieurs présentent encore la direction Nord-Est de l'époque oligocène-miocène. C'est ainsi que la Dendre de Leuze, dont les sources se disposent en éventail sur le plateau d'altitude de 75 mètres situé à l'Est d'Antoing, descend au Nord-Est vers Ath où la vallée devient très large. Sur la rive droite on rencontre la Sille, qui paraît avoir constitué autrefois le prolongement de la Dendre de

Leuze vers Bassily et Enghien, où elle est séparée du bassin de la Zuen par le plateau de Hautecroix à l'altitude de 80 mètres.

Au Sud de la Dendre de Leuze prolongée par la Sille et la Zuen, le plateau où prennent leur source la Dendre de Chièvres et celle d'Ath se relève vers l'Est en montant de 60 à 100 mètres jusqu'au Sud de Soignies, où commence le bassin actuel de la Senne. Les courbes d'altitude de ce plateau présentent des directions peu concluantes pour un double motif. Le sous-sol est constitué par du Calcaire carbonifère, de sorte que l'érosion ancienne du calcaire est rendue confuse par l'érosion récente du manteau limoneux, d'autant plus que les directions des courbes d'érosion se sont transformées à plusieurs reprises.

Nous pouvons toutefois conclure que ce n'est pas le réseau actuel des ruisseaux supérieurs qui a pu trouver le temps et l'énergie nécessaires pour attaquer les roches dures du sous-sol, et cette remarque s'appliquera encore mieux au réseau supérieur de la Senne. Nous sommes donc amené à admettre que les deux bassins s'étendaient autrefois beaucoup plus au Sud, c'est-à-dire au delà du bassin de la Haine. Nous savons par les travaux de M. Cornet que c'est là un bassin d'affaissement, et on peut rattacher la dernière phase de cet incident tectonique à la formation de la mer anglo-flamande. C'est donc jusqu'au début du Quaternaire que vraisemblablement le bassin de la Dendre s'étendait au delà de la Haine, et aussi au delà de l'Escaut de Condé à Tournai, puisque cette section, post-diestienne également, n'a pu se creuser que très lentement dans le calcaire. Nous sommes ainsi amené à la conclusion que la Scarpe de Douai et de Saint-Amand se dirigeait au Nord-Est vers la Dendre de Leuze, tandis que l'Escaut de Valenciennes-Condé passait par-dessus le bassin actuel de la Haine pour se rendre à la Dendre de Chièvres qui, elle aussi, se prolongeait au Nord-Est vers la Sille, Enghien et la Zuen jusqu'au bassin de la Senne.

Telle nous paraît avoir été la disposition oligocène-miocène de la Dendre, mais nous ne concluons pas de là que cet état de choses a duré jusqu'au début du Quaternaire. Nous constatons que, à partir d'Ath, la Dendre actuelle prend une direction plus septentrionale et que, en aval de Lessines, sa vallée devient très étroite en même temps que son niveau descend en dessous de 20 mètres. C'est ici qu'elle commence à franchir le mur formé par les collines de Renaix-Grammont. La direction septentrionale depuis Ath jusqu'au delà de la zone des collines doit être considérée comme un des effets du retrait de la mer diestienne. Celle-ci a couvert de ses sables le bassin de la Dendre, et

c'est sur le niveau surélevé qu'a pu commencer à se creuser le chenal au-dessus d'abord, et ensuite à travers les collines de Grammont. Nous savons par les observations de M. Rutot que la mer flandrienne a occupé le bassin inférieur de la Bellebeek venant de Ternath, de sorte que le versant septentrional des collines de Renaix-Grammont a subi l'érosion littorale, et que le niveau du chenal est graduellement descendu jusqu'en dessous de 20 mètres, mais la mer ne paraît pas avoir pu se frayer un chemin à travers la zone de collines.

A mesure que cette nouvelle voie pour l'écoulement des eaux du bassin de la Dendre s'approfondissait, l'érosion de celui-ci se faisait plus rapidement; mais lorsque l'ancien niveau oligocène-miocène a été rencontré, les anciens canaux, surtout dans la partie supérieure du bassin, ont été utilisés et encore approfondis, tandis que dans la partie inférieure le réseau a dû s'adapter plus étroitement aux conditions nouvelles; le chenal depuis Ath jusque Ninove a continué à se creuser, et sur celui-ci sont venus s'insérer transversalement les anciens courants autrefois dirigés vers le bassin de la Senne.

Le réseau pliocène de la Dendre a continué à recevoir les eaux d'une partie de l'Artois par les bassins de la Scarpe et de l'Escaut de Condé, et ce fut à l'époque du Campinien (Quaternaire moyen), alors que le processus d'érosion des rivières quaternaires de la Belgique occidentale avait atteint son maximum, donc peu de temps avant l'arrivée des crues hesbayennes venant de la Haute-Belgique, qu'est survenu l'affaissement du bassin de la Haine qui a décapité le bassin de la Dendre au profit de l'Escaut de Tournai.

Bassin de la Senne.

La direction de la Senne, de Vilvorde jusque Ronquières, est post-diestienne; par contre, les affluents de gauche, la Molenbeek et la Zuen, rappellent le réseau ancien qui apportait vers l'Est les eaux du bassin de la Dendre. En amont de Tubize, les affluents supérieurs viennent se réunir au tronc diestien. Mais on peut encore reconnaître la disposition ancienne par laquelle la Senne supérieure passait dans la vallée du Hain vers le ruisseau d'Argent, de même que la Sennette et la Samme se dirigeaient vers la Lasne par-dessus le plateau de Malplaquet, à 170 mètres d'altitude.

Si nous poursuivons le réseau supérieur vers le Sud, nous arrivons sur un plateau qui se relève graduellement vers l'Est, de 100 à

180 mètres d'altitude, en passant successivement par les sources de la Gageolle, de la Senne, de la Sennette et de la Samme, et en outre, par celle du Piéton, dirigé d'abord au Nord comme les précédents, mais ne tardant pas à se retourner au Sud vers la Sambre.

Les vallées en amont de Tubize sont profondément encaissées dans les roches dures du Primaire; leur creusement doit remonter à une époque ancienne et suppose un travail d'érosion considérable que n'ont pu fournir les ruisseaux actuels, si peu importants. Il faut donc admettre que le réseau s'étendait autrefois plus au Sud. Si nous dépassons le plateau de Bois-d'Haine, nous rencontrons les affluents supérieurs de la Haine, le ruisseau d'Estiennes, la Trouille, la Haine supérieure, qui suivent le même alignement que la source de la Samme et celle du Piéton, de sorte qu'il est difficile de nier que toutes ces rivières faisaient partie de l'ancien réseau de la Senne. Mais nous aurons plus tard à l'étendre encore davantage lorsque nous étudierons la question des rapports anciens du réseau de la Moyenne-Belgique avec celui de la Haute-Belgique.

Bassin de la Dyle.

Le tronc commun formé par les affluents s'étend jusqu'en aval de Wavre; il présente la direction diestienne, mais déjà on remarque que les eaux ont une tendance à se porter vers le Nord-Est. Les affluents latéraux et surtout ceux de gauche présentent un développement marqué, avec direction oligocène-miocène au Nord-Est, tandis que sur les affluents de droite viennent s'insérer des affluents supérieurs à direction Nord-Sud. Les lignes de niveau font ressortir clairement le réseau oligocène-miocène et son rattachement au réseau de la Velpe et de la Grande-Gette du bassin du Démer. C'est dans cette région qu'ont évolué les deltas des réseaux successifs correspondant aux transgressions marines oligocènes. Les affluents supérieurs sont creusés dans le Primaire ancien jusqu'à Wavre, de sorte que nous devons admettre ici encore une extension ancienne du bassin vers le Sud. Aujourd'hui, il vient se terminer au Piéton et à la Sambre. Nous observons au coude que décrit le Piéton, en aval de Luttre, un affluent qui se dirige en droite ligne sur la vallée de la Thyle, de sorte que nous entrevoyons une époque où le courant du Piéton pouvait se diriger vers la Dyle supérieure et lui apporter les eaux de la Haute-Belgique.

Bassin du Démer.

Il faut distinguer entre le Démer inférieur et ses affluents supérieurs. Le Démer en aval de Diest a été occupé par la mer flandrienne; donc ici, comme dans le reste de la Basse-Belgique, la transgression quaternaire a masqué le réseau diestien, et il faut chercher plus haut les traces que celui-ci a laissées, mais elles ne se présentent pas aussi nettes que pour la Senne et la Dyle. En amont de Diest, le tronc commun est formé par la réunion de la Gette, de la Herck et du Démer, et il apparaît clairement que les trois rivières venaient ici se réunir dans un golfe de la mer flandrienne.

Les affluents supérieurs du bassin du Démer occupent le plateau qui s'étend depuis Gembloux jusqu'à la rive gauche de la Méhaigne et à celle du Geer. La direction Nord-Est y est très apparente, mais la direction diestienne ne peut se retrouver que dans l'affluent formé par la réunion des deux Gette qui reçoit la Herck et le Démer, de sorte que l'on est porté à admettre que dans la partie supérieure des deux Gette, de la Herck et du Démer jusque Bilsen, les réseaux post-diestien et oligocène-miocène se superposent. Les eaux du bassin du Démer n'ont pas, après le Diestien, coulé directement au Nord ; elles tendent à se porter vers le Nord-Est. Ce fut la transgression quaternaire qui vint capter successivement la Velpe, la Gette, la Herck et le Démer de Bilsen, et les attirer au Nord-Ouest en leur faisant décrire des courbes caractéristiques.

Étudions maintenant le réseau supérieur et la disposition de ses courbes d'altitude.

La Grande Gette remonte sur le plateau de Gembloux jusqu'à la rencontre de l'Orneau; la Petite Gette confond ses sources avec celles de la Méhaigne et n'est séparée du Hoyoux et de la Meuse de Namur que par un plateau de limon hesbayen de 200 mètres d'altitude. La Herck et le Démer ont leurs sources au Nord de Tongres, où elles sont situées à peu de distance de la vallée du Geer, que nous étudierons tantôt.

Si maintenant nous passons aux affluents limbourgeois du Démer supérieur, nous trouvons plusieurs rivières peu importantes, très rapprochées, dont les vallées ne sont indiquées que par les sinuosités peu prononcées des lignes d'altitude de 20 en 20 mètres. Elles se sont creusées dans les sables éoliens reposant sur des sables tertiaires en

place : ce sont certainement des rivières récentes; mais nous devons faire observer que leur direction Nord-Est coïncide exactement avec celle des affluents supérieurs de droite, la Velpe, la Grande Gette et la partie supérieure de la Herck. Ces vallées anciennes se prolongeaient sans doute dans cette direction avant la formation récente du Démer et de la Herck inférieurs, et il est probable que les collines de Bolderberg, de Lummen, de Meldert, de Venusberg, de Beeringen, etc., sont des témoins qui ont persisté de cette ancienne époque d'érosion, et que l'érosion actuelle de même direction, mais en sens inverse, n'a pas encore pu détruire. Il faudrait donc admettre que l'écoulement des eaux du bassin supérieur du Démer se faisait au Nord-Est. Cette situation a même persisté jusque pendant l'époque glaciaire, puisque la Campine limbourgeoise renferme des quantités considérables de roches provenant de l'Ardenne, et nous essayerons plus loin de démontrer qu'elles y sont arrivées pendant l'époque glaciaire, alors que le haut plateau du Limbourg n'avait pas encore atteint l'altitude qu'il présente aujourd'hui.

On rencontre du reste encore actuellement des traces de ce réseau. C'est ainsi que de Genck vers Neeroeteren et Maeseyck se dirige une vallée étroite parcourue par deux ruisseaux, dont l'un descend vers Hasselt, l'autre, vers la Meuse, se dirige en sens contraire. Si l'on se rappelle les dépôts considérables de cailloux des environs de Genck, qui sont pour la plupart d'origine ardennaise, on ne peut manquer de conclure que ceux-ci y ont été apportés par la rivière dont la vallée se continuait vers la Meuse par Asch et la Bosch Beek actuelle. Une vallée analogue existait probablement dans la direction de Diest, Bourg-Léopold, Texel et le canal de Weert à Venloo, mais la rivière qui suivait cette direction, remontant vers Louvain et le Hainaut, n'a pu apporter que des cailloux beaucoup moins abondants, où prédominent les silex et où les roches ardennaises sont beaucoup plus rares.

Bassin de la Méhaigne et du Geer.

Il nous reste encore à étudier les deux affluents de la Meuse qui prennent naissance sur le plateau de la Hesbaye et qui, par leur partie supérieure tout au moins, ne sont que la continuation du réseau que nous venons de décrire. Nous avons déjà parlé de l'extension de la Méhaigne supérieure vers le ruisseau de Lonzée, actuellement un

affluent de l'Orneau. D'un autre côté, la Méhaigne supérieure peut se rattacher au Geer de Waremme, et nous obtenons ainsi un courant à direction Nord-Est que l'on peut rattacher successivement aux réseaux oligocène, miocène, diestien et quaternaire glaciaire.

Nous croyons utile de signaler ici qu'il y a plusieurs transgressions oligocènes dans la région qui nous occupe, de sorte que le réseau oligocène-miocène, dont il est si souvent question plus haut, devrait plutôt s'appeler le réseau post-oligocène. Nous devons en outre citer les études de M. van den Broeck sur le delta de Kerckom, qui se rapporte à une mer tongrienne en voie de retrait. Mais le centre d'affaissement paraît être resté le même pendant toute l'époque oligocène, de sorte que les oscillations du niveau marin n'ont pas eu pour résultat de transformer le réseau au moins dans sa partie supérieure.

Si maintenant nous passons au Geer, nous constatons que jusque Tongres il présente la direction ordinaire vers le Nord-Est, mais en aval la rivière décrit une courbe au Sud-Est en s'élargissant considérablement. Nous avons déjà dit que le Geer passe dans le voisinage des sources du Démer et de la Herck, dont il n'est séparé que par un plateau très étroit, et c'est par là qu'il se continuait au Nord-Est.

La constitution de la vallée inférieure du Geer se présente totalement différente du cours supérieur. Devant Sluse, la vallée se rétrécit considérablement, en pénétrant, en sens inverse de la pente, dans le plateau crayeux qui constitue cette région. Le ravin ainsi formé a son fond vers 80 mètres d'altitude, et le plateau qui le borde au Sud a 160 mètres d'altitude. A Glons, la rivière décrit un coude en sens inverse et se retourne de nouveau au Nord-Est dans le ravin qui se continue dans la direction de la Meuse. Ce n'est que depuis l'époque récente que le cours du Geer a franchi le barrage de Sluse et a pénétré dans un ravin préexistant. Ce ravin si profond, et cependant si peu important comme longueur, ne peut être dû uniquement à l'érosion superficielle; il est probable qu'il y a eu ici des courants souterrains descendant vers la Meuse, et que le toit des conduits se sera peu à peu effondré; le canal à ciel ouvert ainsi formé aura été envahi par les eaux du Geer, qui s'est alors trouvé détourné de son cours vers le Limbourg.

Passons maintenant à l'étude des transformations subies par le sol de la Belgique à la suite des phénomènes de l'époque glaciaire.

Limon hesbayen de la Moyenne-Belgique; cailloutis de la Hesbaye et du Limbourg; phénomènes glaciaires de la Haute-Belgique, l'Entre-Sambre-et-Meuse et la partie française du bassin Lys-Escaut.

Il nous a paru préférable de ne pas distinguer plusieurs stades dans l'époque glaciaire quaternaire de nos régions. Il semble, à en juger par les débris végétaux ou animaux retrouvés dans les dépôts de cette époque, que le climat est resté tempéré jusqu'au début du Campinien (Quaternaire moyen). C'est ainsi que dans les couches moséennes (Quaternaire inférieur) on rencontre le chêne, le pin, le bouleau, le noisetier, qui tous, sauf le pin, font encore aujourd'hui partie de notre flore. D'un autre côté, la présence d'*Elephas trogontherii* (paraissant représenter une variété naine d'*Elephas antiquus*), de *Rhinoceros Merckii*, d'un *Bos*, d'un *Bison* et surtout d'*Hippopotamus major* indique qu'une faune analogue à celle du Pliocène, et plus chaude que la faune actuelle, parvenait encore à se maintenir. C'est au début du Campinien que la faune froide commence à apparaître pour se maintenir jusqu'à la fin du Quaternaire. C'est pendant l'Hesbayen que le refroidissement du climat paraît avoir atteint son maximum et qu'apparaissent surtout les conditions glaciaires, marquées chez nous par des crues violentes, des transports de limon, de sables et de cailloutis. Enfin, lorsque la mer flandrienne eut recouvert toute la Basse-Belgique vers la fin du Quaternaire, la végétation des tourbières et des marécages, momentanément arrêtée, prend un développement considérable après le retrait de la mer au début de l'époque récente, ce qui nous montre que le refroidissement du climat tend à disparaître pendant que le réseau fluvial actuel commençait à se former à travers les amoncellements de limons et de sables provenant de l'époque glaciaire.

On voit que, si l'on s'en tient exclusivement aux données fournies par la paléontologie et la stratigraphie, on peut se borner à n'admettre pour notre pays qu'une seule époque glaciaire, d'autant plus que nulle part on n'y a constaté la présence de fossiles, ni végétaux ni animaux, dénotant un retour des conditions tempérées avec une flore et une faune correspondantes. Il nous paraît, du reste, que les formations de l'époque glaciaire en Belgique s'expliquent plus clairement par l'hypothèse d'un refroidissement glaciaire unique, s'étendant depuis le début du Campinien jusqu'à la fin du Quaternaire. Nous devons toutefois reconnaître que M. Rutot, se basant sur ses travaux de stratigraphie et sur ses importantes recherches dans la préhistoire

de notre pays, admet des oscillations de climat correspondant aux quatre glaciations que MM. Penck et Brückner ont reconnues dans les Alpes.

On n'a pas constaté de traces de l'action des glaciers dans notre pays; dans les Vosges, aux sources de la Meuse et dans le Morvan, elles sont très apparentes, mais elles disparaissent dès que l'on descend vers l'Ardenne. La présence de glaciers même dans la Haute-Belgique reste donc douteuse. Mais on doit admettre qu'il s'y est accumulé des quantités considérables de neige, qui se fondait à des intervalles plus ou moins éloignés, mais ne tardait pas à se renouveler. Nous savons que la fusion des neiges constitue un puissant facteur d'érosion, grâce surtout aux inondations qu'elle provoque et qui servent, en outre, à distribuer dans tout le bas pays les matériaux enlevés des hauteurs. Nous pouvons nous représenter les rivières de l'Ardenne et de l'Entre-Sambre-et-Meuse transformées en torrents boueux charriant des glaçons énormes, des sables et des argiles, avec des fragments de roches plus ou moins considérables. Le régime des rivières actuelles ne peut nous donner une idée de l'importance de ces crues torrentielles, surtout si l'on se rappelle que le bassin couvert par les neiges recevait en outre les eaux des Vosges et du Morvan recouverts par les glaciers de l'époque.

Nous savons que les eaux de la Meuse sont séparées du fond rocheux de sa vallée par un lit de limons et de cailloutis glaciaires. Il y a donc eu depuis l'époque glaciaire arrêt dans le creusement du lit rocheux, et le fleuve travaille encore actuellement à l'enlèvement des formations de cette époque. Le niveau du lit actuel atteint 80 mètres à Namur, 60 mètres à Liége. Le versant gauche de la vallée actuelle s'élève à 200 mètres et forme le revers du plateau de la Hesbaye. En admettant que la situation fût sensiblement la même au début de l'époque glaciaire, il faudrait que les crues à Namur eussent atteint une hauteur de 120 mètres pour déborder vers le Nord. A première vue cela paraît impossible.

Mais examinons de plus près les points de rencontre des rivières de la Haute-Belgique avec le sillon de Sambre-Meuse et commençons par Namur. Devant cette ville, le fleuve décrit une courbe régulière, à l'intérieur de laquelle le versant de droite descend graduellement, du fort d'Andoy, de 200 mètres d'altitude jusqu'à 80 mètres. La rive gauche, par contre, est très raide; elle est formée par le bord du plateau de la Citadelle et de celui qui s'étend au Nord-Est vers Marchovelette; entre les deux, la Sambre pénètre dans la vallée de la Meuse

après avoir décrit une courbe assez prononcée. Il paraît évident que, grâce à cette disposition, les crues glaciaires ont eu pour tendance de remonter le cours de la Sambre en y accumulant les glaçons, les limons, les sables et les roches qu'elles transportaient. L'accumulation de ces matériaux a fini par produire ce que nous pourrions appeler un barrage glaciaire, en amont duquel les eaux de la Sambre se sont trouvées arrêtées.

Un barrage analogue a pu se constituer en amont du point de rencontre de l'Eau d'Heure, de la Sambre et du Piéton. Enfin, en aval, la même disposition se rencontre à Huy, où le Hoyoux se jette dans la Meuse en face du confluent de la Méhaigne. Les matériaux glaciaires venus de l'Ardenne sont venus se déposer contre la colline de Leumont, entourée aujourd'hui par un méandre du fleuve; en même temps la vallée se rétrécit notablement en cet endroit. Par contre, en amont on voit la rive gauche de la Meuse s'abaisser graduellement vers la Méhaigne, comme si les eaux venues de Namur devaient pénétrer dans l'affluent. Nous pouvons du reste fournir la preuve du transport des cailloutis ardennais vers la Méhaigne supérieure, grâce aux observations concordantes de MM. Rutot et Fourmarier. Dans la vallée de la Meuse, on rencontre encore le cailloutis jusqu'à 180 mètres, on le trouve à la même hauteur à Antheit, sur la rive gauche de la Méhaigne, et aussi plus en amont à Huccorgne, où le niveau de la rivière se trouve à 100 mètres, alors que le plateau de la rive droite ou occidentale atteint 178 mètres d'altitude, et que la rive opposée s'élève vers l'Est à 200 mètres. M. Rutot constate en outre que sur le plateau le limon hesbayen prend la place du cailloutis. Il me semble que ces observations nous fournissent une preuve indiscutable du débordement des crues glaciaires par les affluents de la rive gauche de la Meuse. Le cailloutis s'est arrêté en partie sur le bord du plateau, tandis que les eaux chargées de limons, de sables, de glaçons et de cailloux ont continué leur cours par les rivières de la Hesbaye vers les ballastières du Nord du Limbourg.

De cette façon il apparaît clairement que ce n'est qu'en aval de Namur que les roches ardennaises ont pu passer sur la rive gauche du fleuve, tandis que le cailloutis de la Sambre, consistant surtout en silex, phtanites et quartz, en galets tertiaires et en galets d'oolithe silicifiée, s'est localisé à l'Ouest; et c'est ainsi que nous constatons aujourd'hui une grande différence entre les éléments constitutifs des graviers du bas pays, selon que leur origine doit être cherchée du côté de l'Entre-Sambre-et-Meuse ou dans l'Ardenne. C'est ce qui a

donné lieu à la distinction entre le « Diluvium de l'Escaut » et le « Diluvium de la Meuse », distinction qui n'est pas topographiquement exacte, puisque les roches ardennaises se rencontrent dans la Hesbaye et dans la Campine limbourgeoise tout comme dans le bassin actuel de la Meuse.

Quelle était la situation vers l'amont de la Sambre? Celle-ci se présente très encaissée jusque Thuin, mais au delà la vallée s'élargit, et elle ne reçoit plus d'affluents que ceux venus des hauteurs de l'Entre-Sambre-et-Meuse. On sait que du sommet de cette région, à proximité de Chimay, rayonnent dans tous les sens des rivières vers la Meuse, la Sambre et l'Oise. Nous pouvons donc admettre que les neiges de l'époque glaciaire trouvaient ici un centre d'accumulation.

La Sambre avait-elle à l'époque glaciaire creusé son cours jusqu'à sa source actuelle? Il y a des raisons de croire que la Sambre supérieure ne s'est formée que postérieurement. En France comme en Belgique, la rive gauche est formée par un versant très étroit, sans affluent, et peu élevé au-dessus du niveau de la rivière. Chacun des affluents venus des hauteurs d'Entre-Sambre-et-Meuse, le ruisseau de Ferrière, la Grande et la Petite Helpe, la Vieille Sambre, peut se prolonger à travers le versant peu caractérisé de la rive gauche vers une rivière correspondante, affluent de la Haine ou de l'Escaut; il est donc probable que les eaux des affluents droits de la Sambre arrivaient jusqu'à l'Escaut supérieur. Plus tard, lors des crues hesbayennes, les eaux chargées de limon et de sable ont débordé des rivières trop étroites et ont relevé le niveau du pays entre la Sambre actuelle et l'Escaut, et c'est alors que les eaux descendues du versant occidental de l'Entre-Sambre-et-Meuse ont commencé à suivre leur cours actuel vers le Nord-Est.

La notion des barrages glaciaires peut paraître quelque peu théorique, et nous reconnaissons qu'elle demande des recherches ultérieures; mais qu'il nous soit permis de rappeler que les barrages en travers des torrents et même des rivières se rencontrent encore fréquemment de nos jours. Un des exemples les plus remarquables nous est fourni par le Rhône, en amont de la cluse étroite de Saint-Maurice, avant l'entrée du fleuve dans le lac de Genève; et M. P. Girardin lui a consacré un excellent article dans les *Annales de Géographie*. Lorsqu'on sort de la cluse vers l'amont, on voit le lit s'élargir, mais bientôt il paraît barré par un vaste dôme, qui n'est que le cône de déjection d'un torrent à direction perpendiculaire au cours du fleuve. Ce torrent, qui s'appelle le Barthelemy, descend du flanc de la Dent du Midi, dont les éboule-

ments périodiques sont ainsi remaniés et transportés en travers du lit du fleuve. Le barrage ainsi produit a même été utilisé récemment en vue de la production d'énergie électrique pour la ville de Lausanne. Enfin, pour qui a pu assister au spectacle terrifiant des *laves* ou avalanches de boue qui descendent des hautes vallées de la Suisse, après la rupture d'un barrage naturel trop peu résistant, et viennent recouvrir des étendues considérables, il n'y aura pas d'hésitation à admettre la possibilité des inondations de boues et de graviers glaciaires à la suite des débordements répétés de la Sambre-Meuse par-dessus sa rive gauche.

Poursuivons maintenant l'étude de ces accumulations glaciaires sur le haut plateau de la rive gauche de la Sambre et de la Meuse. MM. de Munck et Rutot ont démontré sur celui-ci la présence de silex éolithiques et nous ont fourni des coupes des terrains qui les renferment. A Mons lez-Flémalle, à 180 mètres d'altitude et à 115 mètres au-dessus du niveau de la Meuse, on signale une coupe sur une longueur de 40 mètres. Le limon hesbayen fait défaut; il est remplacé par un limon argileux avec galets de quartz et silex roulés, puis au-dessous sur une épaisseur de 13 mètres un dépôt disposé en fond de bateau, formé par une série de lits de graviers de quartz, de phtanite, de fragments de roches ardennaises roulées, alternant avec des lits de sables roux jaunâtre ferrugineux ou blanchâtres; le tout à allure fluviale entrecroisée. En dessous de ce dépôt torrentiel se trouve un dépôt plus régulièrement disposé, formé par les mêmes roches mais à dimensions plus considérables; ce dépôt inférieur aurait été remanié par un torrent qui n'aurait laissé en place que les roches volumineuses. Enfin, la section se termine en bas par des lits de gravier formés par des rognons et des éclats de silex plus ou moins roulés et mélangés à du sable ferrugineux, les silex mesurant parfois jusque 3 décimètres cubes. Vers le Sud-Ouest, on rencontre une coupe analogue sur 50 mètres de longueur, mais ici le gravier est surmonté par du limon hesbayen remanié. Enfin, à Hollogne-aux-Pierres, un peu plus au Nord, on retrouve 2 à 3 mètres d'épaisseur de limon hesbayen reposant directement sur le gravier de quartz, de phtanites peu roulés et de fragments de roches ardennaises roulés.

Nous insistons sur l'analogie de ces coupes avec celles des ballastières de Genck au point de vue de la disposition des sables ferrugineux, des lits de gravier, avec blocs plus ou moins volumineux de roches ardennaises. La succession des lits de cailloux, séparés par des sables à allure torrentielle, nous démontre que nous n'avons pas

affaire ici à un dépôt de crue unique, il y a eu certainement des dépôts successifs et répétés de graviers et de sables. Notons encore que vers la base les roches ardennaises font défaut, elles n'ont été apportées qu'après les premières crues, alors que ces dernières avaient mis à nu les roches primaires de la Haute-Belgique. Enfin le remaniement en fond de bateau du sommet de la coupe se serait produit vers la fin de l'époque glaciaire, lorsque les crues plus rares et moins puissantes ne pouvaient plus transporter les roches plus volumineuses que l'on signale sous le cailloutis remanié. Quant au limon hesbayen, il ne commence à apparaître que vers le Nord, tandis que dans l'hypothèse d'une crue unique arrêtée par un barrage au Nord de la Belgique, le dépôt de limon paraîtrait devoir être surtout abondant du côté de la région où il s'est formé.

Les crues glaciaires ont également joué un rôle dans la vallée de la Meuse en aval de Liége. Celle-ci est beaucoup plus large et située sur le prolongement de l'Ourthe après sa jonction avec la Vesdre : elle devait fournir aux eaux un passage beaucoup plus facile. Cependant sur les plateaux de Beaufays, Boncelles, Sart-Tilman, par 280 mètres d'altitude, on signale des lits épais de cailloux roulés, formés de quartz blanc, de roches ardennaises très altérées, parfois friables. Les cailloux se présentent en bancs compacts engagés dans une argile rouge, alternant en d'autres points avec des lentilles de sable argileux, le tout atteignant jusque 3 mètres d'épaisseur. A Sart-Tilman, qui est situé un peu plus au Nord, on rencontre au sommet 40 centimètres de limon hesbayen surmontant 1 mètre de glaise verdâtre ou rouge par altération.

Nous pouvons donc constater ici au confluent de l'Ourthe, de la Vesdre et de la Meuse, que les crues glaciaires ne sont pas parvenues à écouler leurs matériaux par le large canal de la vallée de la Meuse; il y a même eu, au début de l'époque glaciaire, une stagnation complète qui s'est traduite par le dépôt de la glaise surmontée par le limon hesbayen. Nous avons à invoquer ici un facteur que nous avons ignoré tantôt pour ne pas compliquer l'explication : c'est l'immobilisation du courant du fleuve par suite de la gelée, qui persistait pendant la plus grande partie de l'année, de sorte qu'au moment de l'arrivée subite des crues, les eaux ne tardaient pas à remplir les vallées latérales et à déborder des deux côtés en couvrant le pays de leurs matériaux de transport. Quant à l'altitude de 280 mètres que ceux-ci occupent aux endroits que nous avons indiqués, nous démontrerons tantôt qu'il y a eu soulèvement de toute cette partie du pays depuis la fin de l'époque

glaciaire, de sorte que les cailloutis et les limons n'ont pas été déposés à l'altitude qu'ils occupent actuellement.

Nous descendons ensuite la rive droite de la Meuse vers le pays de Herve et le Limbourg hollandais, qui a été étudié surtout par M. Erens. Il y distingue, entre autres, le Diluvium limoneux ou loess, qui correspond à notre limon hesbayen. Celui-ci ne recouvre que la partie méridionale du Limbourg, établissant la transition entre la Hesbaye et la vallée rhénane. Son épaisseur varie de 1 décimètre à 15 mètres; il recouvre toute la région entre Sittard et Aix-la-Chapelle, à l'exception des buttes élevées où le sous-sol tertiaire ou secondaire est recouvert par du gravier, le Diluvium caillouteux de M. Erens. On y rencontre une faune de coquilles terrestres analogue à celle de notre limon hesbayen, mais on y trouve, en outre, les ossements mammifères de l'époque glaciaire, qui, comme on le sait, font défaut dans le limon correspondant de notre pays. Le limon passe au cailloutis par une zone de transition parfois épaisse de 2 mètres, formée de limon parsemé de cailloux, ou bien de couches minces de gravier fin, ce qui est aussi le cas pour le loess rhénan. Enfin, à la surface ou à une faible profondeur, on rencontre des blocs parfois énormes qui sont de véritables blocs erratiques, formés de grès blancs ou de roches ardennaises. M. Erens attribue au loess une origine fluviatile, sans toutefois exclure une action éolienne partielle.

La disposition géographique actuelle du Diluvium du Limbourg donne lieu aux observations suivantes : L'importance du cailloutis va en augmentant vers le Nord, et celui-ci abonde aussi dans les régions basses, mais il n'est pas partout situé au même niveau; dans le fond des vallées, il est recouvert par les alluvions récentes, on le retrouve sur les hauteurs des versants et aussi sur les crêtes qui séparent les vallées. A Galoppe (Reymerstock), il est à 200 mètres; à Aix, à 180 mètres; à Fauquemont, à 140 mètres; tandis qu'à peu de distance on le trouve à 45 mètres dans les vallées de la Meuse et de la Geul. Rappelons aussi les sondages publiés par M. van Waterschoot van der Gracht. A Maasniel et à Vloodrop, dans la vallée de la Roer, le Diluvium sableux et caillouteux est surmonté par un sable ferrugineux quaternaire. L'épaisseur de ce diluvium atteint 50 mètres et a sa base à — 20 mètres environ. Rappelons qu'en descendant le fleuve jusqu'à Tegelen, on rencontre des argiles surtout étudiées par MM. Dubois et Cl. Reid, d'âge quaternaire ou pliocène. D'ailleurs les formations de ces deux époques descendent rapidement dans la direction d'Amsterdam, où la base du Quaternaire se trouve à — 150 mètres. D'un

autre côté, M. Ubaghs cite de nombreux exemples de dénivellations locales des formations récentes, ce qui concorde parfaitement avec les résultats fournis par les sondages récents du Service minier des Pays-Bas et les observations faites par M. Forir dans le Pays de Herve. Toute la région a subi à différentes reprises des dislocations tectoniques au Crétacé, et ensuite pendant le Tertiaire et le Quaternaire, dislocations qui ont non seulement déplacé les formations anciennes, mais ont en outre affecté le dépôt des couches contemporaines du mouvement. C'est ce que l'on a pu constater pour le Quaternaire, qui est généralement beaucoup plus épais dans les fosses d'affaissement, telles que la Roer et la Meuse.

Mais des roches nouvelles viennent apparaître, tant dans le gravier de la vallée de la Meuse que dans celui qui occupe les hauteurs du Limbourg. M. Erens a réuni une collection des roches qui constituent ces graviers; elle se trouve aujourd'hui au Musée de Leyde. On y rencontre les roches cristallines de Spa, des Ardennes françaises, des Vosges et du Morvan, celles des glaciers scandinaves, et aussi celles d'origine rhénane, parmi lesquelles les roches volcaniques récentes. Leur réunion dans un seul et même gravier a été expliquée par le remaniement secondaire dû à des courants fluviaux chargés de glaçons. Mais il reste à signaler une dernière série de roches, dont la présence dans les graviers paraît à première vue paradoxale : c'est le contingent assez important de roches venues de la Bretagne et de la Normandie. Leur transport ne peut s'expliquer que par la voie marine le long du Pas-de-Calais et de la mer du Nord, et encore fallait-il que celle-ci vînt recouvrir la partie méridionale des Pays-Bas. Les dimensions des blocs sont trop considérables pour admettre le simple transport par les courants ; ici encore il faut recourir à l'hypothèse du transport des roches cristallines par l'intermédiaire des glaçons, ce qui nous ramène vers l'époque glaciaire, en concordance du reste avec le mélange des roches scandinaves, rhénanes et ardennaises, qui se sont également déposées dans la mer du Limbourg et du Brabant septentrional.

M. Erens a trouvé des blocs arrivés du fond de la Manche dans le gravier de Fauquemont, à 110 mètres d'altitude, tandis qu'en Gueldre on les trouve à Mook et à Nimègue, à la cote $88^{m}98$. Cependant le géologue limbourgeois, tout en paraissant admettre le transport par les glaçons, ne se prononce pas nettement pour l'existence de la mer quaternaire dans le Limbourg. Il parle tantôt d'un lac, sans insister sur l'altitude actuelle de Fauquemont; tantôt il invoque des courants scandinaves, bretons, rhénans, etc. Pour nous, les études minutieuses et

prolongées de M. Erens dans les graviers du Limbourg démontrent d'une façon indiscutable la présence de la mer pendant l'époque glaciaire dans le Sud des Pays-Bas jusque tout contre le bord des glaces scandinaves et jusque dans la vallée de la Meuse et dans celle de la Roer. Une partie des bassins submergés a dû se soulever depuis lors, puisque nous trouvons aujourd'hui à une certaine altitude les roches de la Bretagne et de la Normandie faisant partie du gravier du « Diluvium entremêlé ». Celui-ci se rencontre en abondance à Nimègue et à Oudenbosch, où l'on cite la présence d'un erratique de granite scandinave dont le poids atteindrait 5 000 kilogrammes.

La question de la mer quaternaire a été étudiée également dans notre pays. Nous avons déjà insisté sur la mer flandrienne, plus ou moins contemporaine de la mer Eemienne dans la Gueldre. Mais nous avons en outre à citer les recherches de M. Delvaux, qui s'est également occupé de la question des blocs erratiques de la Basse-Belgique. Il en avait réuni une belle collection qui peut-être se trouve aujourd'hui dispersée; mais ses observations nous permettent d'affirmer que la mer flandrienne n'était que la continuation d'une mer hesbayenne qui a envahi la partie occidentale de la Basse-Belgique, couvrant le Nord de la Flandre et probablement aussi la région de la frontière hollando-belge. M. Delvaux rappelle les observations des blocs erratiques de la Campine, en prolongation de ceux de la région du Brabant hollandais, ceux de Malines, de Gand, de la partie orientale du Pays de Waes, de la banlieue d'Anvers, d'Adeghem, Ursel et Oedelem, ceux du Moervaert, de Wachtebeke, de Saffelaere, de Mendonck. On a constaté que presque tous les erratiques de la Basse-Belgique sont constitués par des granites d'origine scandinave, alors que les roches venues des côtes de la Bretagne et de la Normandie font défaut. Enfin les erratiques de Belgique ne sont pas aussi fréquents que ceux du Brabant septentrional, ce qui ferait croire que la mer hesbayenne du bassin inférieur de l'Escaut n'était guère profonde et beaucoup moins importante que celle du Sud des Pays-Bas. C'est en tout cas à cette mer glaciaire qu'il faut rapporter les quartzites recueillis par Delvaux au fond de l'Escaut, à Gand, lors de l'établissement des écluses de la Porte d'Anvers, accompagnés d'une faune qu'il appelle boréale et dans laquelle il signale *Cardium edule*, *Buccinum reticulatum*, *Ostrea edulis*, des Tellines et des coquilles d'eau douce, ce qui impliquerait l'existence d'un estuaire de la Lys-Escaut; il se peut cependant que ces mollusques se soient déposés après l'époque glaciaire.

Enfin il nous reste à rappeler les sondages de M. Mourlon, pratiqués

dans le voisinage de la frontière néerlandaise. Partout il a rencontré des alternances d'argile et de sable, qui renfermaient de la tourbe vers le haut et du lignite vers le bas, mais généralement sans fossiles. On pourrait croire dès lors que l'on a affaire à des dépôts fluviaux, accumulés successivement grâce à un affaissement du sol. Mais les sondages de Strybeek et de Wortel, tout contre la frontière, ont fourni depuis la cote — 17 jusque — 50 mètres une collection de coquilles marines. On y signale *Littorina littorea*, *L. rudis*, *Mya arenaria* et *Cardium edule*, tous fréquents, et, par contre, plus rares, moins bien conservés et, par conséquent, plus difficiles à déterminer spécifiquement, *Cerithium*, *Murex*, *Corbula*, *Pectunculus*. Nous croyons qu'il s'agit ici d'un mélange de faunes où les espèces vivantes très fréquentes sont mélangées à quelques coquilles remaniées des formations littorales plus anciennes, comme cela s'observe encore aujourd'hui sur nos côtes, et nous croyons que *Littorina*, *Cardium edule* et surtout *Mya arenaria*, s'il a été exactement déterminé, représentent bien une faune quaternaire. Nous admettons donc, avec M. Mourlon, que la mer occupait la région de Wortel-Strybeek au début du Quaternaire, et nous concluons de la présence de blocs erratiques volumineux dans le Brabant septentrional aussi bien que dans la Basse-Belgique, qu'elle n'a pas tardé à s'étendre au Sud pour envahir la Campine jusqu'au Démer, pendant la période de la mer flandrienne qui correspond plus ou moins à la mer eemienne de M. Lorié, dans la Gueldre et la Zélande. Ce ne fut qu'après le retrait de cette mer, au début de l'époque récente, que la Basse-Belgique aussi bien que le Sud des Pays-Bas ont émergé définitivement.

Notre opinion se trouve confirmée par l'examen de la Campine limbourgeoise et de la rive gauche de la Meuse. Nous rencontrons ici les mêmes formations diluviales que sur la rive hollandaise et dans la vallée du fleuve. Ce sont des roches des mêmes provenances, et ici encore les niveaux d'altitude des cailloutis varient sur de faibles distances. Les conditions de dépôt ont donc été les mêmes des deux côtés. Nous avons déjà dit que ce Diluvium de la Meuse a été nettement distingué par M. Lorié de ce qu'il appelle le Diluvium de l'Escaut; la ligne de séparation entre les deux formations passe par Arendonck. J'ai émis l'idée que le Diluvium de l'Escaut provient du réseau post-diestien qui a duré jusqu'à l'arrivée de la mer glaciaire ou hesbayenne-flandrienne dans la Basse-Belgique. Les silex et les galets de quartz qui le constituent ont été apportés dans le

Nord de la Campine par la Dendre, la Lys et peut-être aussi par la Dyle; ce serait la série de Ryckevorsel de M. Rutot.

De son côté le Diluvium du versant gauche de la Meuse renferme également des apports pliocènes et quaternaires anciens, mais il est surtout constitué par les cailloutis glaciaires caractérisés par la prédominance des roches ardennaises; en outre il renferme encore d'autres roches de provenance étrangère, comme nous le verrons plus loin. Le transport des roches ardennaises vers le Limbourg nous prouve que le réseau post-diestien de la partie orientale de la Moyenne-Belgique s'est maintenu jusqu'à la période glaciaire hesbayenne, et cette observation demande quelques explications.

Nous avons été amené, par suite de la présence des blocs erratiques dans la partie occidentale et septentrionale de la Basse-Belgique, à conclure à la présence de la mer hesbayenne dans cette partie du pays. Nous avons admis en outre, avec M. Rutot, la présence de la mer flandrienne jusque dans la région du Démer, vers la fin du Quaternaire. Mais la persistance des courants à cailloutis glaciaires, depuis l'Ardenne jusque dans le Nord du Limbourg, nous fait supposer que la mer flandrienne ne s'est étendue que très lentement du Pays de Waes vers la région du Démer, de sorte que celle-ci émergeait encore lors du passage de ces cailloutis ardennais et de la formation du manteau de limon hesbayen. Ce ne fut que postérieurement à la période hesbayenne que la mer a pénétré entre le Limbourg et la Hesbaye, en captant les rivières de la Moyenne-Belgique, pendant qu'elle enlevait le bord septentrional du manteau de limon qui aujourd'hui s'arrête devant la rive gauche du Démer; de son côté, le golfe ainsi formé est resté couvert par les sables flandriens. Ce fut après le retrait de la mer que se développa le réseau du Démer tel que nous le connaissons aujourd'hui en même temps que celui de la Nèthe, et que le Geer a été capté vers le ravin de Sluse.

Après ces explications préliminaires, passons à l'examen des ballastières du Limbourg. Delvaux a décrit celles de Gelieren et de Genck, qui occupent l'altitude 90. Les roches de l'Ardenne prédominent avec e quartz et l'oolithe silicifiée des roches jurassiques de la Lorraine; il y a aussi quelques roches volcaniques récentes de la région du Rhin. M. Delvaux doute de la présence des roches scandinaves, et il ne fait pas mention des roches normandes ou bretonnes. Par contre, M. Erens cite les trois variétés suivantes : 1° porphyre quartzifère (microgranulite) du Précambrien des côtes du Nord; 2° aplite légèrement rose de la Bretagne; 3° microgranite blanchâtre de la Bretagne. Devant ce

diagnostic si précis, il n'y a pas à hésiter : la mer glaciaire a occupé la région de Genck, et c'est sur son bord qu'est venue se former la série de ballastières du Nord du Limbourg.

Dans celle de Gelieren, M. Delvaux constate sur une épaisseur de 8 mètres environ une succession de couches ravinées et remaniées, formées alternativement par du sable souvent argileux et par des graviers nettement stratifiés, parmi lesquels, distribués irrégulièrement, apparaissent des blocs de roches ardennaises atteignant parfois 2 mètres de côté, preuves de l'apport glaciaire venu de l'amont. La ballastière ne s'est pas formée en une fois, il y a eu des périodes de dépôt de cailloutis suivies de périodes de dépôt de sables. C'est ainsi qu'à un certain niveau, on constate sur toute l'étendue de la ballastière, qui présentait plus de 100 mètres de longueur, un lit de sable fin argileux d'une épaisseur de 10 centimètres. Celui-ci sépare nettement une série inférieure dont les éléments sont décolorés et teintés par les sels de manganèse, comme s'ils avaient été longtemps exposés à l'air, d'une série supérieure vivement colorée en jaune ou rouge-brun par la limonite.

M. Delvaux signale d'autre part la découverte de nombreux blocs de quartz dans le Nord du Limbourg, tel celui d'Exel à la cote 60, les autres à des altitudes en décroissance vers le Nord, et il insiste sur l'impossibilité de l'apport de ces roches par la voie du Sud. La situation sur la rive gauche est donc la même que celle de la rive droite signalée par M. Erens. De part et d'autre on rencontre des blocs d'origine lointaine qui ne peuvent avoir été apportés que par des glaçons dans lesquels ils étaient emprisonnés. Après la fonte, les blocs erratiques sont tombés au fond de la mer, ou bien ils se sont déposés sur le rivage, et si nous les trouvons aujourd'hui à une altitude plus élevée que le niveau de la mer, c'est qu'ils ont été soulevés avec la région où on les rencontre.

Dans la vallée du fleuve, la situation n'est pas la même Ici les ballastières sont situées à des niveaux beaucoup plus bas, et en même temps les sables et les limons prennent un développement beaucoup plus considérable. Ceci nous montre d'abord que le lit actuel du fleuve a contribué à l'écoulement des crues hesbayennes, et ensuite que le fond de la vallée ne s'est pas relevé comme les deux versants.

Les renseignements au sujet de ces mouvements tectoniques dans la région limbourgeoise se multiplient rapidement, grâce aux recherches des Services miniers de la Belgique, de la Hollande et de l'Allemagne. On a déterminé dans notre pays l'existence d'une série de failles Est-

Ouest, commençant à la latitude d'Eelen, et établissant une limite entre la partie du Nord en voie d'affaissement et la partie méridionale qui se relève. En Hollande et en Allemagne, la dislocation du sous-sol devient très compliquée; il s'y est formé, pendant la fin du Tertiaire notamment, une série de fosses d'affaissement dont la plus importante est celle de la Roer. MM. Erens et Ubaghs ont insisté sur la dislocation du Crétacé et du Tertiaire dans la région de Fauquemont; M. Forir a donné une carte des nombreuses failles qui traversent le Pays de Herve et lui donnent son orographie si spéciale. On peut donc se rendre compte des mouvements imprimés aux différents blocs disloqués. La rive droite de la Meuse s'est relevée jusqu'à la Vesdre, et dès lors il est probable que l'Ardenne a suivi le mouvement. La dislocation des lignes de niveau des ballastières et des cailloutis démontre que le mouvement a persisté après la période glaciaire. Nous venons de voir, par l'analyse des travaux de MM. Delvaux et Erens, que la rive gauche s'est également relevée, mais ici le manteau de sables tertiaires ne permet pas de suivre les dislocations des couches profondes du sous-sol. Cependant nous allons essayer de démontrer, en citant les indications fournies par quelques sondages, que le sous-sol du Limbourg s'est relevé du côté de la Meuse. La surface du Crétacé se trouve à — 165 mètres à Hasselt, — 108 mètres à Looz, — 80 mètres à Tongres, ensuite le plan incliné se relève brusquement vers Maestricht, puisque, sur une distance de 16 kilomètres, il monte à + 123 mètres. Si maintenant de Maestricht nous nous rendons au Sud, nous voyons apparaître le Calcaire carbonifère à Visé au niveau du sol.

Consultons maintenant les formations tertiaires. Après chaque période d'affaissement, pendant laquelle les dépôts marins se sont déposés, il y a eu relèvement du fond de la mer. De même que nous trouvons le Crétacé soulevé dans la région du Geer et dans le Pays de Herve, nous constatons un soulèvement concordant pour les couches éocènes et oligocènes. Le Diestien, qui constitue dans cette région le dernier dépôt marin de l'époque tertiaire, a été également soulevé du côté du Sud. A Anvers, on le trouve à moins de 5 mètres; au Nord de cette ville, il descend rapidement dans la direction d'Utrecht. Vers l'Est, il remonte graduellement; à Tessenderloo, il est à la cote 20. Sur le plateau de la Campine, on le trouve à 50 mètres au Bolderberg, à 60 mètres à Lummen. Mais à Diest et à Zeelhem, il ne dépasse pas 6 mètres; il est probable qu'ici une grande partie de la formation a été enlevée par la mer flandrienne et plus tard pendant la formation du bassin du Démer, mais il y a eu relèvement sur la rive gauche du

Démer, puisqu'on le retrouve à 63 mètres à Waenrode, et entre 40 et 80 mètres dans la direction de Louvain à Bruxelles. La périphérie du bassin du Démer a donc été soulevée, tandis que la région centrale depuis Anvers jusque Diest n'a guère bougé. C'est surtout la partie orientale de la Campine limbourgeoise, celle qui confine à la vallée de la Meuse, qui a subi le relèvement depuis le retrait de la mer glaciaire du Sud des Pays-Bas. La vallée du fleuve n'a guère participé à ce mouvement; il est même probable que, conformément à ce qui a été constaté pour la vallée inférieure de la Roer, il y a eu affaissement avec accumulation considérable du Diluvium. Le soulèvement de la rive droite s'est produit en même temps que celui de la rive gauche, mais il a été encore plus accentué, et c'est sans doute par suite de l'exagération de ce mouvement que la vallée de la Meuse constitue une fosse d'affaissement, entre le bloc de gauche et celui de droite inégalement soulevés. Enfin le bloc de la rive gauche s'est brisé parallèlement aux failles de Eelen lors de l'arrivée de la mer flandrienne dans la région du Démer, ce qui fait que la rive méridionale de cette rivière se trouve aujourd'hui soulevée comparativement à la rive septentrionale, et à angle droit à la direction de soulèvement du bord oriental de la Campine le long de la Meuse. Nous rencontrons donc ici un mouvement correspondant à celui de l'ensemble de la partie haute du pays, constitué par le soulèvement du versant méridional de la Sambre rencontrant le soulèvement du massif cambrien sur la rive droite de l'Ourthe et de la Meuse et ayant pour conséquence les chevauchements énormes du Primaire qui ont été constatés dans ces régions.

Avant de terminer, il nous reste à dire quelques mots au sujet du limon hesbayen, que M. Ladrière désigne dans le Nord de la France sous la dénomination de « limons moyens ». Nous avons attribué sa formation aux fontes périodiques des neiges de l'époque glaciaire. Les crues venant des hauteurs du Sud ont inondé le haut du pays, et ce n'est que vers la partie inférieure des différents bassins que les eaux ont trouvé des canaux assez larges pour les recueillir et les décharger vers la mer. De la disposition du réseau fluvial à l'époque glaciaire dépend donc la distribution relative des sables, des limons et des cailloutis glaciaires. C'est de la même façon que se sont formés les limons supérieurs de Ladrière, c'est-à-dire les limons flandriens de Rutot ou ergeron, qui surmontent souvent le limon hesbayen, surtout dans la partie occidentale du pays.

Nous ne pouvons nous rallier à la théorie généralement admise de

la formation du limon par suite d'une seule grande crue unique. La distribution actuelle du limon hesbayen, l'impossibilité de reconstituer les conditions requises pour la formation du bassin récepteur de cette crue, plaident surtout contre cette hypothèse. Le dernier travail en sa faveur est celui de M. H. Douvillé, où ce savant distingué attribue la formation des limons de la Seine à l'accumulation d'un barrage glaciaire dans la vallée inférieure, mais dont il renonce à étudier la formation. Il nous paraît plus probable que les limons de la Seine, aussi bien que ceux de notre pays, sont dus à des inondations venues des rivières supérieures et provoquées par les fontes périodiques des neiges de l'époque glaciaire.

D'ailleurs, la définition que nous donne M. Gosselet du limon fendillé, qui est le limon glaciaire par excellence, répond parfaitement à l'idée que nous nous faisons de sa formation. Le limon fendillé est constitué par une série de fragments prismatiques séparés par des couches ocreuses, l'ensemble présentant parfois un aspect stratifié bien marqué. Or les cassures du limon gelé nous sont bien connues, de sorte que la fragmentation prismatique vient encore nous rappeler que, après chaque inondation, le sol gelait pour redevenir boueux lors de la fonte suivante.

Il n'y a pas lieu de s'étonner de ne pas trouver de débris d'êtres vivants dans le limon hesbayen, et ceux-ci font surtout défaut dans le limon fendillé. Les plantes pas plus que les animaux ne pouvaient se développer sur un sol presque constamment gelé et restant impraticable et stérile, même pendant le dégel, grâce au déplacement lent des limons boueux. Ce ne fut que vers la fin de l'époque glaciaire que la tourbe put se former telle qu'elle apparaît dans les couches supérieures, donnant asile aux mollusques terrestres. Ces organismes, par suite de la facilité de leur transport par les eaux courantes, sont les premiers à pénétrer dans les districts inhabités ; ils sont d'ailleurs très résistants aux gelées même prolongées et ne demandent pour leur développement qu'un certain degré d'humidité.

M. Ladrière a signalé le développement important des limons moyens dans le Nord de la France, ce qui s'explique facilement si on place leur lieu d'origine sur la crête de l'Artois et sur le massif d'Entre-Sambre-et-Meuse. Les eaux sont descendues sur la pente, où probablement la Sambre supérieure n'existait pas encore, et sont venues aboutir à l'Escaut supérieur et à la Haine, par où elles ont été dirigées sur la Lys et l'Escaut inférieurs. Les cailloutis qui accompagnaient les crues n'étaient constitués que par des silex et des galets tertiaires, et

ceux-ci ont formé les cailloux du « Diluvium de l'Escaut », qui se distingue des cailloutis de la partie orientale du pays par l'absence de roches ardennaises.

Il se présente cependant, dans la position de certains gisements de limon fendillé signalés par M. Ladrière, des difficultés d'interprétation que nous devons chercher à résoudre. On rencontre sur les flancs du Mont Cassel, à l'altitude de 110 à 130 mètres, des couches de limon hesbayen. Faut-il supposer que les crues périodiques aient pu atteindre cette hauteur ou bien admettre, comme nous l'avons fait antérieurement, qu'avant l'affaissement de la Flandre française coïncidant avec l'arrivée de la mer anglo-flamande, la crête de l'Artois descendait régulièrement vers le Nord par une pente inclinée qui s'étendait jusqu'aux collines de la Flandre occidentale et au delà jusqu'à celles de la région d'Eecloo?

La difficulté devient beaucoup plus grande encore pour le gisement de limon fendillé du Mont de la Trinité (Mont Saint-Aubert), près de Tournai, entre 70 et 100 mètres d'altitude. Aucune disposition actuelle du bassin de l'Escaut et de la Haine ne nous permet d'expliquer la formation d'un produit de crues à cette hauteur, d'autant plus que non loin de là M. Cornet signale que sur le versant septentrional du large bassin de la Haine le limon quaternaire fait totalement défaut. Par contre les limons et cailloutis quaternaires sont très bien représentés sur le versant méridional de la rivière, et c'est dans ceux-ci que MM. Rutot et Delvaux ont pu faire leurs belles découvertes au sujet des industries humaines primitives éolithiques.

Il nous paraît probable que l'explication des gisements de limon hesbayen à des altitudes élevées sur le Mont Cassel et sur le Mont Saint-Aubert se rattache à la question des témoins diestiens qui les accompagnent. Le soulèvement de ces témoins se serait continué depuis le retrait de la mer flandrienne; il faudrait admettre que lors du dépôt du limon hesbayen sur la région des collines de la Flandre occidentale et sur celles qui séparent le bassin de la Rhosne de celui de la Dendre, celles-ci ne se trouvaient pas encore à l'altitude actuelle. L'érosion activée par le soulèvement a réduit le limon, autrefois plus étendu, à quelques lambeaux conservés aujourd'hui sur des collines, qui elles-mêmes ne sont que des restes d'érosion se continuant vers l'Est par Saint-Sauveur et Ellezelles, où elles se rattachent aux collines de Renaix. On rencontre d'ailleurs de l'autre côté de la Dendre les témoins diestiens du bois de Lessines.

Nous nous représentons du reste ce soulèvement comme une consé-

quence du bombement du Calcaire carbonifère de Tournai signalé par M. Cornet, à travers lequel l'Escaut post-diestien de Condé-Espierres a creusé son cours. Nous serions donc porté à admettre ici l'existence d'un ridement correspondant à l'affaissement de la Haine, ou mieux à la dernière phase de celui-ci, car d'après M. Cornet il s'est répété à plusieurs reprises pendant le Tertiaire. Nous croyons du reste que cet affaissement s'est propagé vers l'Ouest jusqu'au golfe de l'Aa pendant la fin du Quaternaire; situé en dedans du plissement hercynien, il en constituerait un épisode récent, mais peu marqué.

Ce phénomène d'affaissement datant de la fin du Quaternaire a d'ailleurs été constaté en dehors de notre pays. Nous en trouvons les indications dans un travail de C. Passerat sur *Les origines de la vallée de la Charente*. L'évolution très compliquée de ce fleuve s'explique également par les modifications tectoniques de son bassin. Ici encore on constate qu'à partir de Cognac le fond du lit quaternaire descend en dessous du niveau actuel de l'embouchure, à 10 mètres à Saintes, à 20 mètres à Rochefort, à 25 mètres à l'embouchure, où la vallée quaternaire se prolonge sous la mer. Il en est de même pour la Seudre qui descend à 30 mètres; pour la Gironde qui avait son embouchure à 40 mètres sous les vases du Verdon, et dont l'approfondissement en amont a été reconnu jusqu'à Marmande, à 180 kilomètres de l'embouchure. Dans le marais poitevin on retrouve des vallées à 25 mètres; à l'embouchure de la Loire, le creusement a dépassé 25 mètres près de Saint-Nazaire, et 20 mètres près de Nantes. Il s'agit donc de phénomènes qui affectent toute la côte et dont l'amplitude a été sensiblement uniforme. La côte atlantique nous offre donc la contrepartie des phénomènes tectoniques qui ont eu pour résultat la formation de la mer anglo-flamande et la transgression marine, qui pendant les époques hesbayenne et flandrienne, a couvert la Basse-Belgique et le Sud des Pays-Bas jusqu'à la rencontre du glacier scandinave avec la Meuse et le Rhin.

BIBLIOGRAPHIE

1. Antoine et Alphonse Belpaire. De la plaine maritime depuis Boulogne jusqu'au Danemark. Anvers, 1855.
2. van Overloop, Les origines du Bassin de l'Escaut. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, 1890.)
3. van den Broeck, Description géologique et paléontologique des dépôts pliocènes des environs d'Anvers. Bruxelles, 1876-1878.
4. van Ertborn, Compte rendu des travaux de la Commission pour l'étude de l'Escaut. (*Bull. Soc. royale Géogr. d'Anvers*, 1879.)
5. Id., Nouvelles observations faites dans la Campine. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, 1883.
6. Forir, Sur la présence des terrains tongriens de Dumont dans le Pays de Herve. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, 1899.)
7. Renard, Note sur les roches draguées au large d'Ostende. (*Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 1886.)
8. Erens, Note sur les roches cristallines recueillies dans les dépôts de transport du Limbourg. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, 1889.)
9. Id., Recherches sur les formations du Sud des Pays-Bas. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, 1890-1891.)
10. Id., Le courant normano-breton de l'époque glaciaire. (*Arch. Mus. Teyler*, 1892.)
11. Ubaghs, Sur l'origine des vallées du Limbourg hollandais. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, 1893.)
12. Delvaux, De l'extension des dépôts glaciaires de la Scandinavie et de la présence de blocs erratiques au Nord de la Belgique. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, 1883.)
13. Id., Les anciens dépôts de transport de la Meuse. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, 1887.)
14. Id., Études stratigraphiques et paléontologiques du sous-sol de la Campine. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, 1891.)
15. Gosselet, Esquisse de la géologie du Nord. (*Ann. Soc. géol. du Nord*, 1891-1892.)
16. Ladrière, Étude stratigraphique des terrains quaternaires du Nord de la France. (*Ann. Soc. géol. du Nord*, 1895.)
17. Harmer, Les dépôts tertiaires supérieurs du bassin anglo-belge. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, 1896.)
18. J. Cornet, Quelques remarques sur le Bassin de la Haine. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, 1899-1900.)
19. Id., Sur le Quaternaire sableux de la Haine. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, 1899.)
20. Id., Considérations sur l'évolution de la Sambre et de la Meuse. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, 1900.)

21. Rutot, Sur le creusement de la vallée de la Meuse. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, 1899.)

22. Id., Les origines du Quaternaire de la Belgique. (*Mém. Soc. belge de Géol., etc.*, 1897.)

23. Lorié Les métamorphoses de l'Escaut et de la Meuse. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, 1895.)

24. van den Broeck et Rutot, De l'extension des sédiments tongriens sur le plateau du Condroz et de l'Ardenne. (*Bull. Soc belge de Géol., etc.*, 1898.)

25 Compte rendu détaillé des excursions de la Session extraordinaire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie à Nancy et dans les Vosges. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc*, 1899.)

26. Lohest, De l'origine de la vallée de la Meuse entre Namur et Liége. (*Ann. Soc. géol de Belgique*, 1899.)

27. Mourlon, Essai d'une monographie des dépôts marins et continentaux du Quaternaire moséen. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, 1900.)

28. van den Broeck, Observations préliminaires sur les blocs erratiques des hauts plateaux de la vallée du Geer à l'Est de Tongres. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, Proc.-verb., 1900.)

29. van Mierlo, La carte lithologique de la partie méridionale de la Mer du Nord. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, 1901.)

30. J. Cornet, Sur la signification morphologique des collines de la Flandre. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, 1901.)

31. Briquet, Contribution à l'étude des origines du réseau hydrographique du Nord de la Belgique. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, 1902.)

32. Mourlon et Lejeune de Schiervel, Résultats scientifiques des sondages effectués dans la vallée de la Senne entre Ronquières et Vilvorde, et sur son prolongement le long du canal de Willebroeck jusqu'au Rupel. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, Proc.-verb., 1901.)

33. Rutot, Sur les relations existant entre les cailloutis quaternaires et les couches dans lesquelles ils sont compris. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, Mém., 1902.)

34. Id., La question de la diversité des facies des cailloutis quaternaires dans la vallée de la Senne. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc*, Proc.-verb, 1901.)

35. Id., Esquisse d'une comparaison des couches pliocènes et quaternaires de la Belgique avec celles du Sud-Est de l'Angleterre. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, Mém., 1903.)

36. J. Cornet, Évolution des rivières belges. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, 1904.)

37. van den Broeck, Coup d'œil synthétique sur l'Oligocène belge. Bruxelles, 1904.

38. L. Fredericq, La faune et la flore glaciaires du plateau de la Baraque-Michel. (*Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, Classe des Sciences, 1904.)

39. Blanchard, La Flandre. Paris, 1906.

40. Harmer, L'horizon Weybournien du Cragicenien dans l'Est de l'Angleterre. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, 1905.)

41. Clement et Eleanor Reid, Les éléments botaniques dans la détermination de l'âge des argiles à briques de Tegelen. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, Mém., 1907.)

42. Lorié, La stratigraphie des argiles de la Campine belge et du Limbourg néerlandais. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, Mém., 1907.)

43. De Munck, Les alluvions à éolithes de la terrasse supérieure de la Meuse. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, Proc.-verb., 1907.)

44. van Ertborn, Nouvelle découverte de Cervidés dans la Campine anversoise et d'un squelette d'*Elephas primigenius* à Lierre. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, Proc.-verb., 1907.)

45. Rutot, Sur la découverte de silex utilisés sous les alluvions fluviatiles de la haute terrasse de 100 mètres de la rive gauche de la Meuse. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, Mém., 1907.)

46. Fourmarier, Le cours de la Meuse aux environs de Huy. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, 1907.)

47. Fraipont, Les sablières de Sart-Tilman lez-Liége. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, 1908.)

48. Mourlon, Sur la nouvelle interprétation du Sable de Moll en Campine. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, 1907.)

49. Rutot, Note préliminaire sur la coupe des terrains quaternaires à Hofstade. (*Bull. Soc belge de Géol., etc.*, Proc.-verb., juin et novembre 1909.)

50. van Waterschoot van der Gracht, Jaarverslag der Rijksopsporing van delfstoffen. La Haye, 1908, 1909 et 1910.

51. Rutot, Un grave problème, etc. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, 1907.)

52. Id., Glaciations et Humanité. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, 1910.)

53. Id., Sur l'âge des dépôts connus sous le nom de Sables de Moll. (*Mém. Acad. roy. de Belg.*, 1908.)

54. Stainier, Matériaux pour la connaissance de la structure géologique du Sud-Est du Brabant. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, Proc.-verb., mars 1908.)

55 Lorié, Le Diluvium de l'Escaut. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, 1910.)

56. Briquet, La vallée de la Meuse en aval de Liége (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, 1909.)

57. Id., Quelques phénomènes de capture dans le bassin de l'Aa. (*Ann. Soc. géol. du Nord*, 1905.)

58. Hasse, Les Schijns et l'Escaut primitifs à Anvers. (*Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, 1911.)

59. Girardin, Étude des cônes de déjection. (*Ann. de Géogr.*, 1910.)

60. Passerat, Les origines de la vallée de la Charente. (*Ann. de Géogr.*, 1911.)

61. Holst, Alnarps-Floden, en svensk Cromer flod. (*Sverig. Geolog. Undersökning*, 1910.)

62. Müller, Zur Geschichte und Natur der Scheldemündungen in der Niederländischen Provinz Zeeland. (*Zeitschr. Ges. Erdkunde Berlin*, nº 6, 1911.)

Etabl.t Cartographique E. Patesson, Uccle-Bruxelles.

Dr C. Van de Wiele. L'Evolution des rivières de la Basse et de la Moyenne Belgique.

COMPTE RENDU

DE LA

SESSION EXTRAORDINAIRE

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

tenue à Bruxelles du 24 au 27 septembre 1910 [1].

La session extraordinaire de 1910 a eu lieu en commun avec la Société géologique de Belgique.

Ont pris part aux travaux et aux excursions de cette session :

MM. H. Barlet, C. Barrois, V. Brien, H. Buttgenbach, J. Cornet, L. de Dorlodot, P. Fourmarier, L. Greindl, W. Klein, M. Lohest, C. Malaise, M. Mourlon, P. Questienne, A. Renier, A. Schoep et P. Zoude, membres des deux Sociétés ;

MM. L. Demaret, C. Frérichs, E. Gevers, Ph. Questienne et L. Vassal, membres de la Société géologique de Belgique, et

MM. L. Bauwens, E. Bievez, E. Camerman, G. de Bethune, Th. Gilbert, F. Halet, Hankar-Urban, E. Mathieu, P. Neefs, A. Rutot, G. Simoens et I. Teirlinck, membres de la Société belge de Géologie.

MM. Anthoine, Capiau, Rosel, Tétiaeff, ainsi que MMmes Camerman et de Bethune, ont également suivi les excursions de la session.

---

[1] La session extraordinaire a été organisée par les soins de la Société géologique de Belgique; ce compte rendu est la reproduction de celui publié dans ses *Annales*.

Séance du samedi 24 septembre 1910.

Les membres se réunissent dans le local de l'Université de Bruxelles que le Conseil d'administration met habituellement à la disposition de la Société belge de Géologie pour y tenir ses séances et qu'il a gracieusement accordé pour la réunion de ce jour.

La séance est ouverte à 8 $^1/_2$ heures du soir.

M. Mourlon, appelé, en sa qualité de plus ancien membre du Conseil présent à la séance, à occuper le fauteuil de la présidence, annonce que notre éminent confrère M. Ch. Barrois, de l'Institut de France, tout en exprimant le regret de ne pouvoir être des nôtres ce soir, se propose de suivre les excursions et s'offre, à l'occasion de notre visite à l'Exposition de Bruxelles, à présenter aux excursionnistes, dans la section française des mines, le stand du Musée houiller de Lille.

M. Mourlon est certain d'être l'interprète de l'assemblée, non seulement en remerciant M. Barrois de son aimable proposition, mais aussi en le proclamant président de la session, ce qui est adopté à l'unanimité des membres présents.

M. Fourmarier propose ensuite comme vice-présidents MM. Malaise et Mourlon. (*Adopté.*) — MM. de Dorlodot et Brien sont désignés comme secrétaires.

Il est décidé que les membres appelés à diriger les excursions et les visites aux compartiments scientifiques de l'Exposition en remettront le compte rendu aux secrétaires de la session.

M. Mourlon développe le programme de la session extraordinaire qui a été résumé dans les circulaires des deux Sociétés, et, ce programme étant adopté, la séance est levée à 10 heures.

1re Journée : Dimanche 25 septembre.

Excursion aux dépôts éocènes des sablières du Rinsdelle, à Etterbeek, et des tranchées de chemin de fer, en voie d'achèvement, entre le boulevard Saint-Michel et la chaussée de Wavre, à Auderghem, sous la direction de M. Michel Mourlon.

Réunis à 9 heures au Service géologique, à l'aile gauche du Palais du Cinquantenaire, nous nous sommes rendus dans les sablières situées tout le long de la rue Rinsdelle, à proximité du lieu de rendez-vous et au Sud-Est de l'église d'Etterbeek (pl. Bruxelles).

Toutes ces sablières sont ouvertes dans l'Eocène moyen bruxellien. La première, en se dirigeant du Nord au Sud, exploitée par MM. J. et G. Vandeneynde (405), est de beaucoup la plus étendue ; elle a 100 mètres à front de rue et 180 mètres de longueur, et présente la coupe suivante :

Coupe de la sablière Vandeneynde.

q	1	Limon quaternaire	0m50
Bc	2.	Sables et grès calcarifères (pierres plates).	3.50
Bc	3.	Sable siliceux blanc présentant, vers le bas, deux bancs dont l'inférieur, presque continu, de grès lustré, submarneux, en pierres plates; le plus souvent d'aspect bréchiforme	7.60
	4.	Zones ferrugineuses multiples se confondant parfois deux à deux. Un sondage pratiqué sur le plancher de la sablière, le 2 juillet 1906, a donné :	
	5.	Sable siliceux blanc avec concrétions en boules disséminées à la partie supérieure; le niveau de l'eau est à 2m75 du plancher de la sablière.	4.00
		Total. . . .	15m60

La sablière Finné (404), contiguë à la précédente et au Sud de celle-ci, présente la même succession de couches, avec cette seule différence que la zone calcareuse *Bc* y atteint 5 mètres d'épaisseur et qu'elle est surmontée par 1m50 de limon sans cailloux apparents.

Elle n'est séparée que par un sentier de la suivante, dite sablière Welleman (403). Celle-ci présente la même composition que les précé-

dentes, mais avec une poche de sable décalcifié de la zone *Bc* qui, sur la paroi orientale, atteint une largeur inusitée de plus de 7 mètres.

Enfin, la dernière sablière, appartenant à M. Nootens et exploitée par M. Jean Moortgat (402), se termine, vers le Sud, à 90 mètres de la rue des Champs.

Elle présentait la coupe suivante :

Coupe de la sablière Jean Moortgat.

q	1. Limon quaternaire avec cailloux à la base	0m50
Bd	2. Sable siliceux, blanc jaunâtre, avec un banc de grès ferrugineux brunâtre, formant deux poches dont une de 1 mètre sur la paroi méridionale et une de 3 mètres sur la paroi orientale	3.00
Bc	3. Sables et grès calcarifères (pierres plates), submarneuses .	7.00
Bb	4. Sable siliceux blanc avec grès lustrés arrondis, fortement découpés en pierres de grottes volumineuses, très stratifié vers le bas où il présente quelques bancs minces irréguliers et interrompus de grès lustrés passant au calcaire siliceux, d'aspect souvent bréchiforme, et quelques concrétions submarneuses à surface altérée par les eaux . .	6.00
	4'. Zone de sable siliceux coloré par le fer, atteignant, en un point, 3 mètres d'épaisseur.	

La sablière 402 est à 90 mètres de la rue croisant au Sud la rue des Champs ; elle a 165 mètres de largeur et 95 mètres de longueur.

On remarquera que la coupe précédente, qui a presque complètement disparu, était la seule qui permît de constater, au-dessus de la zone calcareuse (*Bc*) qui y présente son plus grand développement, la zone siliceuse supérieure (*Bd*) qui n'a point encore été signalée dans les autres sablières de la région.

Cette zone formée de sable blanc siliceux, associé à un banc de grès rouge ferrugineux, était identique à celle qu'on observait jadis dans le bas-Ixelles, près l'hospice Van Aa (297).

Il n'est pas inutile de rappeler ici que nous avons signalé en maintes occasions, et particulièrement sur le territoire d'Ixelles contigu à celui d'Etterbeek, la superposition des trois zones sableuses du Bruxellien (*Bd*, *Bc* et *Bb*) présentant chacune des épaisseurs relativement fort respectables. Toutefois, comme la zone calcarifère *Bc* semble parfois faire défaut, ou n'être plus représentée que par des sables et des grès effrités, en majeure partie décalcifiés, il semble que la zone calcarifère *Bc* formerait de grandes lentilles aux deux extrémités desquelles on devrait renseigner le sable siliceux sous la notation (*Bdb*).

En quittant les sablières longeant la rue Rinsdelle, nous nous sommes rendus dans les tranchées de la nouvelle ligne en construction qui s'étend de Muysen, par Josaphat (Schaerbeek), à Hal.

La tranchée entre le boulevard Saint-Michel et le viaduc de l'avenue de la Barrière permet d'observer, sous un épais limon friable, de près de 5 mètres d'épaisseur, avec deux niveaux de cailloux à la base, un beau développement des sables blancs calcarifères de l'Éocène moyen ledien avec ses trois bancs de grès calcareux schisteux à petites Turritelles, dont celui du milieu très épais, presque continu et formant de belles ondulations très accentuées, comme c'est le cas dans toute la région.

Au delà du viaduc, une tranchée beaucoup plus élevée permet de bien observer les dépôts de l'Éocène supérieur surmontant le Ledien. A 300 mètres au Sud du viaduc, à la limite des planchettes de Bruxelles et d'Uccle, la paroi occidentale de la tranchée ayant été rafraîchie, à l'occasion de l'Excursion, a permis d'observer la succession suivante des couches (591*a*) :

Coupe relevée dans la tranchée au Sud du viaduc de l'avenue de la Barrière.

	Quaternaire.	
q3m	1. Limon brun, argileux, faisant la boule.	3m00
q1m	2. Niveau de cailloux roulés, moséens, disséminés sur . .	0.10
	Éocène supérieur asschien.	
Asc-b	3. Sable argileux passant parfois à l'argile sableuse, grisâtre et jaunâtre, avec glauconie et quelques paillettes de mica, et présentant des poches de concrétions ferrugineuses.	0.60
Asa	4. Lit argileux avec matière blanche et points noirs, parfois légèrement graveleux	0.05
	Éocène supérieur wemmelien.	
We	5-6. Sable quartzeux, gris blanchâtre et jaunâtre, devenant plus quartzeux vers le bas où il se confond parfois avec le gravier 7.	3.30
	7. Gravier	0.10
	Éocène moyen ledien.	
Le	8. Sable fin, gris jaunâtre	5.00
	Total. . .	12m15

En continuant à suivre la tranchée, vers le Sud, on arrive bientôt au viaduc de la chaussée de Wavre, à Auderghem, où l'on peut

constater le contact des sables et grès calcareux du Ledien avec son gravier caractéristique de base, sur les roches analogues du Laekenien.

Ce contact se trouve déjà renseigné dans la coupe de la magnifique tranchée décrite et figurée à la figure 2 de la planche II dans le *Texte explicatif* du levé géologique de la planchette d'Uccle qui vient de paraître, coupe que les excursionnistes ont pu suivre jusqu'à la tranchée dite du Grand-Pont, au Sud-Est de la station d'Etterbeek, qui se trouve également décrite et figurée dans le même texte, pages 22-25.

Bien que les parois de ces tranchées soient maintenant en partie cachées par la végétation, il a été possible, à l'aide de quelques déblais, de bien observer certains dépôts comme ceux de l'étage asschien, qui y atteint plus de 7 mètres d'épaisseur.

Après avoir pris une collation à l'*Hôtel du Tournaisien*, en face de la nouvelle gare d'Etterbeek, point terminus de l'excursion, on se rendit à l'Exposition, où avaient lieu les séances de l'après-midi; le rendez-vous était fixé à 14 $^1/_2$ heures à la Section de Géologie du Groupe I (Classe des Sciences).

Visite des principaux compartiments géologiques de l'Exposition de Bruxelles.

Visite du compartiment du Service géologique de Belgique, sous la conduite de M. Mourlon, directeur.

M. Mourlon, en montrant aux excursionnistes les documents exposés par le Service géologique belge, leur donne les explications ci-après :

« Le compartiment du Service géologique, qui figure dans le Groupe des Sciences, paraît mériter une mention spéciale tant pour les progrès qu'il fait réaliser que pour sa méthode d'exposition. On peut y admirer surtout de magnifiques spécimens de « mise au point » des minutes au 20 000e de la Carte géologique de Belgique, effectuée en vue de la confection des *Textes explicatifs* sommaires et de la publication éventuelle de nouvelles éditions de la Carte au 40 000e. Celle-ci comprend 226 feuilles, qui étaient réparties dans trois atlas à la disposition du public.

Les cartes géologiques, exposées manuscrites, à l'échelle du 20 000e,

se rapportent à nos différentes formations : quaternaires, tertiaires, secondaires et primaires. Ce sont, pour les formations quaternaires et tertiaires, les cartes d'Uccle, Tervueren, Waterloo et La Hulpe, par M. Mourlon, et celles de Meldert et de Tirlemont, par M. Rutot; pour les secondaires : celles d'Habay-la-Neuve et d'Arlon, par M. Jérôme, et pour les formations primaires : celles de Seraing et de Chênée, par M. Fourmarier, ainsi que celles de Nivelles et Genappe, par MM. Malaise et Mourlon.

Elles constituent, avec leurs textes explicatifs, un bel exemple de synthèse géologique réalisée par la « documentation » et permettent de constater la nature et la répartition des différents terrains non seulement à la surface, comme c'est le cas pour toutes les cartes géologiques, mais aussi en profondeur, grâce surtout aux profils qui les accompagnent, ce qui constitue une heureuse innovation.

La documentation du Service géologique comprend pour chacune des 432 planchettes de la Carte géologique au 20 000e, outre la mise au point de la minute correspondante dont il vient d'être fait mention, une farde ou dossier géologique dont plusieurs spécimens étaient exposés dans les vitrines.

Chaque farde renferme :

1° Les observations des collaborateurs transcrites au net ou dactylographiées sur feuillets grand format demi-bristol (au nombre de plus de cinq cents pour Uccle);

2° Une Carte au 20 000e entoilée et pliée portant les numéros d'ordre des observations;

3° Un texte explicatif sommaire avec planches de coupes diagrammatiques (à exécuter conformément aux modèles exposés).

Dans les mêmes vitrines figurent aussi les seize volumes parus jusqu'ici de la *Bibliographia geologica*, qui constitue le catalogue de la Bibliothèque du service, dressé, d'après la classification décimale, par le directeur M. Mourlon, avec la collaboration de son adjoint ff. de chef de la section bibliographique, M. Simoens.

Parmi les autres documents les plus importants figurant dans le compartiment du Service géologique, il faut accorder une mention spéciale à la Carte géologique manuscrite de la Belgique à l'échelle du 160 000e, dont la publication vient d'être commencée par l'Institut cartographique militaire qui en expose une partie dans son compartiment du Ministère de la Guerre.

Enfin la documentation si complète du Service a permis à M. Halet, ff. de chef de la section stratigraphique, de dresser la coupe géologique

d'après les sondages exécutés le long du tracé de la ligne projetée entre Bruxelles-Midi et Gand-Saint-Pierre et de reporter sur une carte à l'échelle du 160 000e l'emplacement de tous les puits et sondages tubés de la Belgique, ainsi que le relief des formations primaires dans la Basse et la Moyenne-Belgique.

On le voit par ce qui précède, notre Service géologique a tenu à mettre bien en évidence la place honorable qu'il occupe parmi les institutions similaires des autres pays. »

M. Mourlon.

*
* *

Dans le même compartiment figuraient divers documents émanant de notre confrère M. Renier, qui a bien voulu les commenter dans les termes suivants :

« Le profil que vous avez sous les yeux représente, à l'échelle de 5 millimètres par mètre, l'*échelle stratigraphique du bassin de Seraing,* que j'ai étudiée plus spécialement dans la concession des Charbonnages de Marihaye. Le diagramme indique la situation et la composition normale des diverses couches de houille, ainsi que la position et l'épaisseur variable des différents niveaux gréseux, particulièrement intéressants dans les travaux de creusement de galeries. Ce diagramme a été établi à l'aide des coupes de galeries à travers-bancs. Dans la marge de gauche se trouvent renseignés les caractères lithologiques des divers bancs de roche, et plus particulièrement des toits et murs des diverses couches de houille, d'après l'étude qui en a été faite dans les divers chantiers ou voies d'exploitation. On y a noté spécialement la présence de rognons, en indiquant leur nature et leurs formes. Dans la marge de droite figurent tout d'abord les caractères paléontologiques d'ensemble de chaque banc, puis la liste des espèces les plus abondantes rencontrées dans chacun des bancs. Cette étude détaillée, banc par banc, d'une échelle de plus de 800 mètres de puissance normale, depuis la couche Péry jusqu'aux environs du poudingue houiller, n'est pas encore complète. On s'est attaché surtout jusqu'ici à définir les caractères des toits et murs des diverses couches de houille, veines et veinettes. Néanmoins, cette étude a déjà fourni divers résultats scientifiques intéressants, notamment en ce qui concerne la répartition des niveaux à fossiles marins. Au point de vue des applications minières, elle démontre une fois de plus la localisation verticale des diverses espèces. Un examen rapide du diagramme suffit pour constater que cette localisation est surtout nette pour les flores. En thèse

générale, on doit admettre que les toits des diverses couches qui renferment des plantes peuvent ainsi être aisément différenciés les uns des autres.

Au point de vue des applications, semblable diagramme synthétise les connaissances acquises et facilite l'initiation. Dans la concession considérée, diverses *applications minières* ont été faites au cours de ces dernières années. La principale d'entre elles se trouve seule rappelée ici, parce que non seulement elle est typique, mais encore qu'elle dépasse de beaucoup en importance celles que l'ingénieur rencontre journellement dans les exploitations L'application qui se trouve expliquée dans les trois coupes exposées a été réalisée en 1907 au siège Many des Charbonnages de Marihaye. Elle se rapporte au *tracé de la faille des Six Bonniers*. La partie méridionale de la concession de Marihaye n'a pas été exploitée jusqu'ici de façon aussi intensive que la partie septentrionale, centre du bassin. Cependant au siège de Many notamment, trois travers-bancs avaient été, aux étages supérieurs actuellement abandonnés, poussés vers le Sud à grande longueur, et, au siège voisin de Vieille-Marihaye, les travaux d'exploitation des étages abandonnés s'étaient amplement développés dans cette région. De l'ensemble des faits connus, on avait conclu à l'allure indiquée par la première coupe. La carte des mines, dans son édition de 1905, assignait en conséquence à la faille des Six Bonniers un large développement à travers la concession de Marihaye. En 1904, on reprit au siège Many le creusement des travers-bancs Sud de l'étage en activité, pour mettre à découvert les couches inférieures à la couche Castagnette n° 17, rejetée par la faille des Six Bonniers. Les recherches se poursuivirent sans résultats à travers des terrains disloqués. En 1907, on procéda à l'étude systématique des toits de veinettes et passées de veines recoupées. Cette méthode démontra qu'une veinette située à 80 mètres en stampe normale sous la couche n° 17 possédait un toit présentant tous les caractères paléontologiques de celui de Désirée. Si cette synonymie était exacte, la couche n° 17 était Grand Joli Chêne, et la faille, considérée comme étant celle des Six Bonniers, n'existait pas. On se garda toutefois de conclure hâtivement. Partant de la couche assimilée à Désirée, comme base, on rechercha des concordances de contrôle tant dans la série inférieure que dans celle supérieure à cette couche. Grâce au diagramme, on put choisir des repères précis et nets et agir rapidement. En moins d'une semaine, la concordance fut trouvée complète, ainsi que le montre la seconde coupe sur laquelle sont groupées les observations. La coupe inférieure montre

l'allure réelle, car diverses recherches faites dans la suite, au siège Vieille-Marihaye, ont confirmé cette conclusion : la faille des Six Bonniers ne traverse pas la concession de Marihaye dans la région explorée par les exploitations. Le tracé que lui assigne la carte des mines est inexact.

C'est l'importance des applications de la paléontologie stratigraphique détaillée du terrain houiller qui m'a engagé à exposer ces diagrammes et coupes. C'est encore elle qui nous a poussé à publier récemment, avec la collaboration du R. P. Gaspard Schmitz et de MM. Hector Deltenre et René Cambier, sous le titre de *Documents pour l'étude de la paléontologie du terrain houiller* (Liége, Vaillant-Carmanne, société anonyme), un album de reproductions phototypiques des principales espèces de végétaux connus dans le terrain houiller belge. Quelques spécimens des 118 planches de cet album se trouvent exposés ici. Nous espérons que, grâce à cet instrument de travail, les ingénieurs s'attacheront davantage à l'étude détaillée de la stratigraphie du terrain houiller, si féconde en heureux résultats. »

A. Renier.

*
* *

Visite du compartiment géologique de la Section hollandaise de l'Exposition, sous la conduite de M. W. Klein, géologue de l'État hollandais.

M. Klein, qui dirige les excursionnistes dans la Section hollandaise de l'Exposition, leur montre les cartes, schémas, coupes et diagrammes figurant dans le compartiment géologique et leur donne à ce sujet les explications suivantes :

« Le Service géologique hollandais, fondé il y a sept ans seulement et dirigé par M. van Waterschoot van der Gracht, a déjà produit nombre de travaux importants. On lui doit notamment l'exécution de sondages profonds dont la haute utilité a été reconnue par la Chambre des Représentants et pour lesquels elle vote chaque année les crédits nécessaires. Certaines personnes, peu au courant de la géologie, ont pu contester au début l'intérêt pratique des résultats obtenus ; mais il n'en peut plus être de même depuis que le Service a reconnu, par sondages, une grande étendue de terrain houiller. Ces sondages, ceux notamment exécutés aux environs de Winterswyck (au Nord de la ville allemande de Wesel, dans la province hollandaise de Gelderland), ont intéressé très vivement le monde industriel. Le Houiller, avec couches à gaz (37 °/₀ de matières volatiles), se trouve là sous une épaisseur de

1 000 mètres de morts terrains, entièrement *solides* et *salifères* sur la moitié de cette profondeur. Ce gisement houiller peut être rangé parmi ceux que les progrès de la technique rendront bientôt exploitables.

Les recherches actuelles près de *Buursse*, plus loin encore vers le Nord-Est (faites sous la direction de mon collègue M. Huffnagel, géologue pour ce district), pourraient nous amener bientôt à conclure que la grande zone salifère et le Houiller de Winterswijk s'étendent également vers Buursse avec la même profondeur. La halite de Winterswijk, rencontrée sur une épaisseur totale de plus de 300 mètres, renfermait des couches de sels de potasse. Ces sels sont répartis en couches dans la masse de sel gemme, mais on ne sait pas encore si la quantité est suffisante pour justifier une exploitation. Le sondage dont il est question, situé près de Plantengaarde, est tombé dans une zone très dérangée qui rend impossible l'interprétation de l'allure réelle des couches de sels alcalins. Les inclinaisons sont irrégulières, et la masse de sel se trouvait traversée par une grande faille *renfermant des débris du Houiller*, bien que celui-ci n'ait été trouvé en place qu'à 300 mètres plus bas.

Cette grande faille a doublé l'épaisseur de la zone de sel, dont les stampes supérieures et inférieures montrent quelques ressemblances.

La preuve de l'existence d'accidents de ce genre est fournie par le dédoublement bien constaté du *Kupferschiefer* et du conglomérat de base du Zechstein qu'on a rencontré deux fois [1].

Les échantillons exposés par notre Service ont pu donner une idée générale des faits acquis concernant les roches profondes et la structure du sol néerlandais. J'en donnerai un résumé très court.

Tertiaire.

Le Tertiaire de la région de Peel (Est du Brabant et Limbourg septentrional) commence souvent par des *graviers* puissants *pliocènes* (étage à oolithes silicifiées) qui caractérisent les zones effondrées autour des *horst*. Par de nombreux sondages de 30 à 50 mètres, on a constaté

---

[1] Voir les coupes données dans le *Jaarverslag der Rijksopsporing van Delfstoffen* (1910), où la question de la tectonique de la région est largement discutée. M. van Waterschoot van der Gracht a bien voulu me communiquer qu'on va entreprendre un nouveau sondage, au mois de septembre 1911, dans les terrains peu dérangés (quelques kilomètres au Nord de celui de Plantengaarde).

que c'est seulement sur les lambeaux élevés des terrains plus anciens que le Diluvium (graviers de la Meuse) repose sur un terrain glauconifère d'âge tertiaire, sans intercalation de graviers pliocènes (1). Ce Diluvium n'a que 2 à 20 mètres d'épaisseur et repose sur le Miocène ou le Pliocène marin (le dernier seulement dans le Nord du Peelhorst).

Dans un seul sondage, le Miocène limnique (sables blancs lignitifères) se trouvait à la base du gravier de la Meuse (Vlodrop, au Sud-Est, près de la partie allemande du Peelhorst).

On peut constater, en observant les échantillons du Tertiaire marin du Peelhorst, qu'il est très riche en fossiles (2). C'est surtout dans le Miocène marin qu'on a recueilli une faune très complète, grâce aux soins apportés à recueillir les échantillons.

C'est au sondage de *Baarlo* (au Sud-Ouest de Venlo et Tegelen, à 2 kilomètres de la Meuse, sur le bord Est du Peelhorst) que l'on a commencé à prendre les témoins des morts terrains en carottes, comme on le fait pour les sociétés industrielles qui comptent établir des sièges d'exploitation en Campine. Ce procédé a permis de rectifier quantité d'erreurs commises dans la détermination d'échantillons de boues des sondages précédents. Il a fourni aussi le moyen de corriger ces coupes.

On s'est aperçu une fois de plus que des bancs épais d'argile peu sableuse avaient été déterminés comme sables. Des bancs fossilifères de l'Oligocène supérieur, dont les coquilles étaient formées d'une substance blanche assez friable, avaient passé inaperçus. Néanmoins, cet étage occupe, à Baarlo, l'espace compris entre les profondeurs de 170 et 360 mètres. On avait estimé d'abord que le Miocène descendait jusque 420 mètres, parce que l'on trouvait des coquilles appartenant à cet étage dans les boues provenant de cette profondeur.

Le premier sondage au tube carottier a eu aussi pour résultat de montrer l'extrême imperméabilité d'une partie des morts terrains à partir de 160 mètres.

On y a pratiqué notamment des essais de pompage. Dans les argiles (sableuses en partie) de l'Oligocène supérieur et moyen, la quantité d'eau est presque nulle. Malheureusement, l'Oligocène inférieur, étage

---

(1) Dr P. Pesch, *Der niederländische Boden und die Ablagerungen des Rheines und der Maas aus der jüngeren Tertiär- und der älteren Diluvialzeit.* (Mémoires de notre Service, 1908, no 1.)

(2) Rapport annuel de 1909. On y trouvera une liste provisoire des espèces.

assez mince (10 à 20 mètres), est probablement aquifère; il était même boulant dans le sondage de *Beesel* (rive droite de la Meuse, à mi-distance entre Venlo et Ruremonde), à la profondeur de 503 mètres. C'est sur la rive gauche de la Meuse seulement qu'on trouve de grandes épaisseurs d'argiles imperméables; presque tous les sondages de la rive droite se sont montrés sableux et aquifères.

Le Tertiaire du sondage de *Baarlo* se compose comme suit :

	Profondeur de	Profondeur à	Épaisseur.
Diluvium. Graviers et sables	0m00	7m70	7m70
Miocène supérieur, sans fossiles, sauf au sommet (Glimmerthon, sable à Pétoncles d'Anvers; faunes d'autres sondages à Reek et Oploo) . .	7.70	92.00	84.30
7m70 à 12 mètres. Sable glauconifère fin, argileux, gris foncé, verdâtre; localement des bancs durcis gréseux.			
12 à 92 mètres. Sable analogue.			
Miocène moyen. Sable analogue avec nombreux fossiles résistants. Prouvé imperméable par un essai de pompage à la profondeur de 160 mètres.	92.00	170 00	78.00
Le *Miocène inférieur* manque comme partout.			
Oligocène supérieur. Argile sableuse glauconifère, fine et tenace, gris verdâtre. Fossiles blancs, crayeux, souvent friables. Prouvée imperméable à 237 et 315 mètres. La limite avec l'étage suivant est vague	170.00	360.00	190.00
Oligocène moyen. Argile plus ou moins sableuse et grasse, dure, feuilletée, avec *septaria*. Pyrite. Souvent imprégnée d'huile minérale. Beaucoup de foraminifères. Quelques mollusques (*Leda Deshayesi*). Imperméable	360.00	470.00	110.00
Oligocène inférieur. Sable gris, glauconifère, argileux, très fin, sans fossiles	470.00	485.00	15.00
Éocène. Marnes dures, clivables, vert clair, passant à des marnes très calcareuses, gris blanchâtre (Landenien et Heersien). Peu de coquilles, nombreux foraminifères et spicules de spongiaires A la base, 3 mètres d'argile gris rougeâtre, à taches rouge sang, lignitifère (Montien).	485 00	568 00	83.00

L'Éocène est tout à fait comparable à celui de la Campine. Le Montien, récemment découvert là, existe aussi chez nous.

M. Huffnagel prépare une publication qui traite du *Tertiaire de la région de Winterswijk*. Elle étendra de beaucoup les notions que

Staring nous avait données. La coupe du Tertiaire du Limbourg-Sud [1] présente beaucoup d'analogie avec celle du Limbourg belge, que M. van den Broeck a décrite dans son beau travail : *Coup d'œil synthétique sur l'Oligocène belge.*

Crétacé.

En ce qui concerne le Crétacé, je me bornerai à donner quelques indications sur la région du *Peel*, qui intéresse plus spécialement nos confrères belges que la région de Winterswijk, et sur le Limbourg-Sud, si voisin de la Hesbaye.

Cet étage a été traversé souvent à la couronne. En voici une coupe typique, provenant du sondage de Meyel obtenu en carottes tout entier.

Sondage de Meyel, bordure Ouest du Peelhorst. Crétacé de 616-821 mètres.

Danien, Maestrichtien et Assise de Spiennes. Assise de Nouvelles.

	Épaisseur.
Tuffeau dur, gris blanchâtre, en partie sableux, localement durci (calcaire cristallin). Contient souvent des eaux *salées*	36m00
Marne dure, gris blanchâtre, plus ou moins sableuse. Silex noirs à la base	30.00
Marne calcareuse, gris verdâtre sale, alternant avec l'assise précédente. Cailloux épars	5.00
Conglomérat à pâte marneuse verte (Gompholite).	3.00
Marne calcareuse, grise ou verte, localement très sableuse et glauconifère	18.00
Conglomérat vert (Gompholite)	5.00
Marne comme les précédentes, mais *rougeâtre* sur 6 mètres (depuis 9 jusqu'à 15 mètres du sommet). Cailloux épars dans la partie inférieure	57.00

Assise de Herve.

Conglomérat vert (Gompholite)	29.00
Grès marneux et marnes sableuses, gris verdâtre, minces lits de cailloux	4.00

Pour détails complémentaires, je renvoie au mémoire de M. van Waterschoot van der Gracht [2]. Quoique la partie inférieure de la coupe doive être rapportée au Hervien, on n'a pas encore trouvé

---

[1] W.-C. Klein, *Grundzüge der Geologie des süd-limburgischen Kohlengebietes.* (Berichte des Niederrh. geol. Vereins, 1909, pp. 89-90.)

[2] V. van Waterschoot van der Gracht, *The deepe geology of the Netherlands and adjacent regions.* (Mémoire n° 2 des publications de notre Service.)

Belemnitella quadrata, qui caractérise si bien le Hervien des puits Emma, au Nord de Heerlen, et celui du Limbourg-Sud en général.

Le Triasique est peu intéressant ; il affleure près de Winterswijk (on ne le savait pas autrefois). Il est représenté par le *muschelkalk* et le grès bigarré.

Le Zechstein a été découvert dans la région du Peel et dans celle de Winterswijk. Il a la composition classique des gisements allemands ; à Winterswijk, il était salifère, comme il a été dit plus haut. Déjà le Trias (le Rôt) renferme un banc de sel gemme à la profondeur de 270 mètres, à *Buursse*. Il a été également reconnu à Delden (Overysel).

Le sondage de Winterswijk (Plantengaarde).

Il a recoupé d'abord, sur une épaisseur de 2m50, une argile à blocaux (Diluvium), puis il a traversé le Tertiaire (Éocène) jusqu'à la profondeur de 69 mètres. Il est ensuite entré dans le Secondaire. Voici la coupe des terrains recoupés à cet étage géologique :

	Profondeur de	Profondeur à
Buntsandstein inférieur avec inclinaisons variables de 15° à 75°	69m00	380m00
Toute l'assise se compose de marnes schisteuses rouges, parfois bigarrées. On y rencontre quelques bancs de *Rogenstein* (à ciment oolithique), qui est caractéristique pour ce dépôt, et des brèches à ciment de Rogenstein. A la base, le *gypse* apparaît en nodules, lentilles et veines (Fasergyps).		
Zechstein, auquel les assises précédentes passent graduellement. Marnes rouges massives, parsemées de gypse et d'anhydrite, d'abord en nodules et, à partir de 400 mètres, en bancs massifs. A 422m70 apparaissent les dolomies, alternant avec l'anhydrite, dont un des bancs montre la structure du Hauptanhydrit de l'Allemagne.	380.00	1,029 30
A 455m20 apparaît une argile salifère (Salzthon) indiquant le voisinage du *sel;* celui-ci a été rencontré à la profondeur de 457 mètres. Le premier banc n'avait que 6m65 et contenait 9.2 °/o de K^2O. Après une courte réapparition des anhydrites, le sel commence définitivement à 491m70, pour se continuer jusqu'à 947m70, seulement interrompu par la faille au milieu de cette coupe.		
A la base du sel, il y a une nouvelle succession de dolomies et d'anhydrites et ensuite le Kupferschiefer et le conglomérat de base du Zechstein.		
Houiller. Inclinaison de 45° à 52° ; cinq couches d'environ 37 °/o de matières volatiles	1,029.30	1,134.01

Houiller.

Nous donnerons naturellement au Houiller une place prépondérante dans ce résumé succinct.

Il n'est exploité pour le moment que dans le bassin du Limbourg-Sud, où, d'ailleurs, il y a place encore pour de nombreux sièges, qui auront à traverser des morts terrains relativement peu épais. On peut assurer que l'épaisseur du Houiller exploitable dans ce bassin atteint 1 650 mètres au moins ; à peu près au milieu de la coupe se trouve un banc de *Lingules* qui paraît être un horizon constant et que je rapporte à celui de la veine *Catharina* de la Westphalie et à celui de la veine *Grand-Bac* du bassin de Liége. Non loin de ce niveau, j'ai trouvé une houille bitumineuse rappelant fort le Cannelcoal. A la base de cette série, qui va de 1 600 à 2000 mètres, se trouve la veine *Steinknipp*, que je considère comme identique aux veines *Sonnenschein* du bassin de la Ruhr et *Stenaye* du bassin de Liége, notamment à cause des stampes stériles qu'elles surmontent toutes les trois. Des conglomérats de sidérose occupent une position intermédiaire entre le niveau marin et la stampe stérile, comme le « Fettkohlen-Konglomerat » en Westphalie [1].

Le *Houiller de la région du Peel* montre encore plus d'affinités avec celui de la Westphalie. M. van Waterschoot van der Gracht y a reconnu les niveaux suivants : Präsident (charbons gras) ; Sonnenschein, qui constitue la limite des zones à charbons gras et à charbons maigres de la Westphalie ; Plasshofsbank, au-dessus d'un niveau marin ; Veines Girondelle ; Finefrau Nebenbank, surmonté d'un banc marin; Finefrau ; le conglomérat si persistant en dessous de cette veine et, enfin, Mausegatt. Le profond sondage de Baarlo, ayant recoupé 743 mètres de Houiller à pente très faible, embrasse toute la zone depuis Präsident jusqu'à Mausegatt. La veine Sonnenschein a la même composition (19.5 % de matières volatiles) que sa voisine de la Westphalie ; en dessous des belles veines Girondelle, les 320 mètres de Houiller qui suivent sont pratiquement stériles, différant bien ainsi de celui de la Westphalie ! Pourtant, il reste à démontrer que le *niveau du Hauptflötz*, qui n'a pas été atteint par le sondage de Baarlo, ne renferme pas une couche exploitable chez nous. En Westphalie, le

---

(1) Voir, à ce sujet, mon travail cité.

Hauptflöz est la meilleure veine en dessous de Mausegatt. Sa position est très constante, mais l'épaisseur varie. Elle atteint $1^{m}25$, mais aux environs d'Essen et de Mülheim elle n'a aucune valeur.

La coupe du sondage de *Kessel* (au Sud de Baarlo, sur la Meuse) a pu être identifiée avec la précédente et forme donc la continuation de la coupe du bassin vers le haut. La veine Präsident, surmontée d'un grès très grossier (Fettkohlen-Konglomerat de la Westphalie et du Limbourg-Sud?), est la base d'un faisceau gras de 25 °/₀ à 19.4 °/₀, extrêmement riche en houille.

Le sondage plus septentrional de Helenaveen I a recoupé un faisceau plus élevé de 30 à 35 °/₀ de matières volatiles. D'après les teneurs en matières volatiles, il y a donc très probablement une stampe inconnue entre le faisceau gras de Kessel et celui-ci, qui pourrait renfermer le banc marin de la veine Catharina.

En somme, d'après ces trois coupes, on a reconnu une épaisseur de *900 mètres de Houiller exploitable, renfermant 22 veines exploitables avec $19^{m}89$ de charbon, soit 2.2 °/₀*. Toutes les inclinaisons sont faibles, et les coupes sont donc à peu près des coupes normales.

Le Houiller du *sondage de Winterswijk*, un peu au Nord des sondages septentrionaux de la Westphalie, aux environs de Wesel et Dorsten, n'a recoupé qu'une épaisseur normale de 60 mètres de Houiller. Les cinq veines principales ont des teneurs très approchées de 37 °/₀.

Tectonique.

La partie Est et Sud de la région examinée par le Service est particulièrement intéressante au point de vue de la tectonique. Le directeur du Service a pensé que l'étude du caractère tectonique de notre pays passait avant tout, puisque c'est le point de départ qui nous guide dans toutes nos recherches par sondages profonds et en même temps le but que nous poursuivons lors de l'examen préalable de couches supérieures par petits sondages.

C'est en se basant sur des considérations tectoniques qu'on a pu avec certitude, dans la première recherche faite à Helenaveen, atteindre le Houiller à 914 mètres. Le horst d'Erkelenz-Brüggen, reconnu par de nombreux sondages, se prolongeait donc en dessous de notre territoire et sous le plateau peu élevé de la région du Peel. Celui-ci dessine donc bien ce horst souterrain. Sur les bords du horst, le Triasique et le Tertiaire sont plus épais que sur le horst lui-même où le Triasique manque même dans la partie Sud. Le Pliocène (les graviers

quartzeux typiques) fait même défaut sur le horst, ce qui est un caractère très important pour les recherches préliminaires, comme je l'ai indiqué plus haut. En utilisant ce principe, on a reconnu que le horst semble déplacé latéralement par quelques failles Est-Ouest ou Sud-Est—Nord-Est et qu'il est limité au Nord par un graben de direction transversale.

Au Nord de ce *graben* de *Venray*, à l'Est du prolongement du Peelhorst, nous avons retrouvé un *horst nouveau*, celui de *Mill*, mais seulement à l'aide de sondages peu profonds, perçant le Quaternaire.

Bientôt on entreprendra le premier sondage profond pour examiner ce horst, dont la situation résulterait d'un déplacement latéral de la moitié Nord du Peelhorst.

Dans le *Limbourg-Sud*, inspiré par les découvertes de mes confrères prussiens aux environs d'Erkelenz et de Grevenbroich, j'ai appliqué mon attention à rechercher des cassures Est-Ouest, dont j'ai pu reconnaître l'existence entre Heerlen et Fauquemont [1]; d'autres régions en donnent des indications. La carte montre aussi l'influence des cassures d'un autre système Sud-Ouest—Nord-Est, sur la répartition du Houiller exploitable et sur la limite Sud de la formation triasique. Par une seule de ces failles, celle-ci est rejetée de plus de 10 kilomètres vers le Sud-Est. Cette cassure est celle qui limite au Nord le *horst de Dilsen-Stockheim*, et elle coïncide avec la limite Nord-Est du plateau de la Campine. Dans le Limbourg hollandais, elle trouve son équivalent, non pas dans une faille qui semble son prolongement et que j'ai décrite ailleurs comme faille de Heerlerheide, mais bien dans un accident plus à l'Est, beaucoup plus important et coïncidant aussi avec un escarpement à la surface, la célèbre Sangewand. Peut-être, plus à l'Est, y a-t-il un déplacement latéral le long d'une faille Est-Ouest aux environs de Sittard. Les deux dernières failles correspondent avec les failles limites du Peelhorst ; à l'Est de leur parcours, on trouve toujours des graviers pliocènes d'épaisseur notable.

Les mêmes considérations, purement géologiques, ont fait réussir le premier sondage houiller du district de l'Est, celui de Winterswijk. Tout un système de sondages peu profonds (plus de cent) a précédé le

---

[1] *Uebersichtskarte der Tektonik und der nachgewiesenen Verbreitung der Steinkohlenformation im Rhein-Maas-Gebiet.* (FESTSCHR. DES XIe ALLGEMEINEN DEUTSCHEN BERGMANNSTAGES IN AACHEN, 1908, HERAUSGEG. VON DER KÖNIGL. PREUSS. GEOL. LANDESANSTALTS.)

sondage définitif, qui aurait échoué si on l'avait placé, par exemple, 1 kilomètre plus à l'Ouest. Là, un affleurement de trias, limité au Sud par une faille de la direction du Teutoburgerwald, indiquait le horst du sel permien et du Houiller. La situation du diluvium ne peut pas servir de base aux recherches tectoniques, car il n'est pas seulement fluviatile, mais en partie d'origine glaciaire. » W. Klein.

Visite du compartiment géologique de la Section française sous la conduite de M. Ch. Barrois.

M. Ch. Barrois présente l'exposition du Musée houiller de Lille, dressée par lui avec la collaboration de MM. M. Leriche et Paul Bertrand. Elle figure dans la classe 63, parmi les expositions particulières des charbonnages du Nord et du Pas-de-Calais.

L'exposition de Lille comprend un catalogue, le premier qui ait été publié, de tous les fossiles, animaux et plantes, recueillis dans le bassin houiller du Nord de la France; les plus intéressants de ces échantillons sont réunis dans les vitrines de l'Exposition de Bruxelles. Elle comprend en outre une série de reconstitutions, exécutées par un décorateur de talent, M. E. Lebrun, de Gand, et montrant un panorama du paysage houiller du Nord avec sa flore de cycadofilicinées, des vues des lagunes houillères avec les poissons qui les habitaient. Toutes ces reconstitutions sont effectuées d'après des dessins originaux, suivant des plans nouveaux.

M. Ch. Barrois a insisté d'une façon spéciale sur les services rendus par la paléontologie à la stratigraphie détaillée du bassin houiller, et il en a cité, comme illustrations, deux exemples fournis par les expositions des compagnies houillères actuellement sous les yeux des membres des sociétés géologiques.

1° *Compagnie de Lens.* — Cette compagnie qui, sous l'impulsion de son éminent directeur, M. Reumaux, a produit tant d'œuvres remarquables, a exposé le plan d'une de ses veines (la veine Beaumont), tracée avec courbes de niveau, à l'échelle du 20 000e, à travers toute sa concession. Cette veine a offert le caractère constant de posséder un toit sapropélien, formé d'un schiste fin, carbonaté, bitumineux, dépourvu de plantes accumulées *in situ*, mais rempli de débris de plantes flottées (thalles, pollens, spores, parois cuticulaires) et de tests de petits crustacés: *Carbonia*, *Estheria*, déposés dans une nappe d'eau lacustre, étendue, assez profonde. La constance des caractères de ce toit, où se rencontre

notamment en abondance *Estheria nella*, a permis de reconnaître et de suivre cette veine dans cinq concessions voisines, et d'identifier à cette veine Beaumont, de Lens et Liévin, la veine Jérôme de Nœux, la veine Marie de Courrières, la veine Sainte-Barbe de Béthune.

2° *Compagnie d'Aniche.* — La récolte et la détermination des fossiles ont été faites avec un soin méticuleux au toit de toutes les veines et passées de cette compagnie, grâce à son directeur, M. Lemay, et à son ingénieur en chef, M. Virely. L'établissement d'un certain nombre de niveaux fossilifères, d'origine marine, a été ainsi réalisé, et leur généralité a été reconnue ensuite par un certain nombre de travaux au rocher (bowettes, etc.) exécutés en vue de leur recherche. Ils ont permis de dresser une coupe d'ensemble au travers du bassin, qui diffère notablement des interprétations antérieures. A la notion ancienne, qui tenait le bassin, sous ce méridien, pour un pli synclinal unique, il en a été substitué une nouvelle, suivant laquelle les mêmes veines, sensiblement inclinées au Nord en faisceaux concordants, seraient répétées plusieurs fois suivant des plis parallèles.

Ces conclusions sont basées sur la distinction de deux niveaux marins, décrits sous les noms de « zone de Flines » et de « zone de Poissonnière », que nous avons pu suivre à travers le bassin et dont nous avons montré les relations avec les divisions paléophytologiques.

La *zone de Flines* est caractérisée à la fois par son gisement à la base de la formation houillère, par sa flore à *Nevropteris Schlehani*, *Pecopteris aspera*, par sa faune à *Productus carbonarius*, *Marginifera marginalis*, *Spirifer bisulcatus*, et par des alternances de conditions terrestres et marines, indiquant au moins cinq invasions marines successives, sur une épaisseur de 200 à 300 mètres de sédiments continentaux.

L'ensemble de ces caractères est reconnaissable, dans le Nord, en trois régions distinctes :

1° Dans une série de couches au Nord du bassin, de Carvin à Anzin;

2° De la fosse n° 3 de l'Escarpelle à la fosse Casimir-Périer d'Anzin, suivant une seconde bande parallèle à la précédente;

3° De Dechy à Azincourt, au Sud du bassin.

Cette répétition nous a permis de conclure qu'il existait au centre du bassin un pli anticlinal rompu et que, suivant l'arête de ce pli, les couches houillères de la zone de Flines se trouvaient ramenées au niveau du tourtia, suivant une ligne parallèle à l'axe du bassin.

La coupe que nous reproduisons ici (fig. 1) montre qu'il y a en réalité

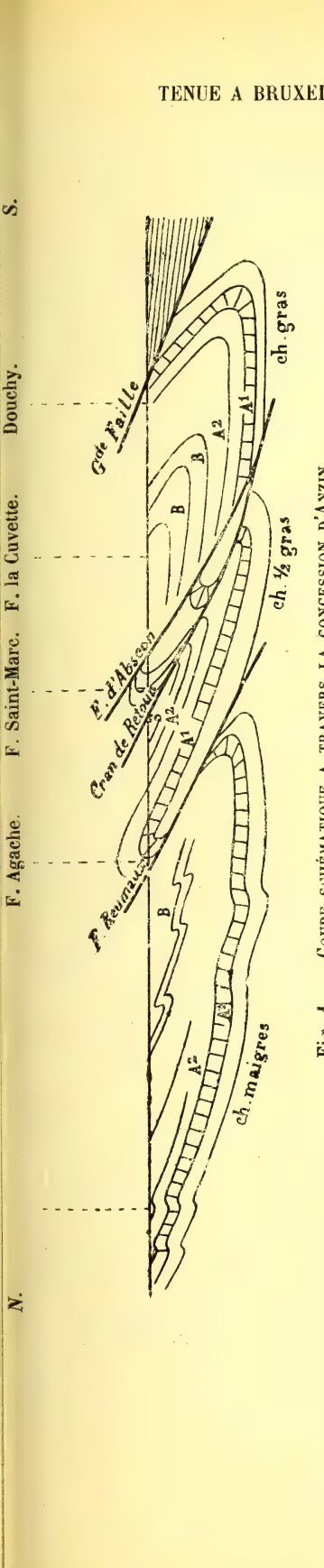


Fig. 1. — Coupe schématique a travers la concession d'Anzin.
A¹, A², B. — Divisions paléophytologiques de M. Zeiller.

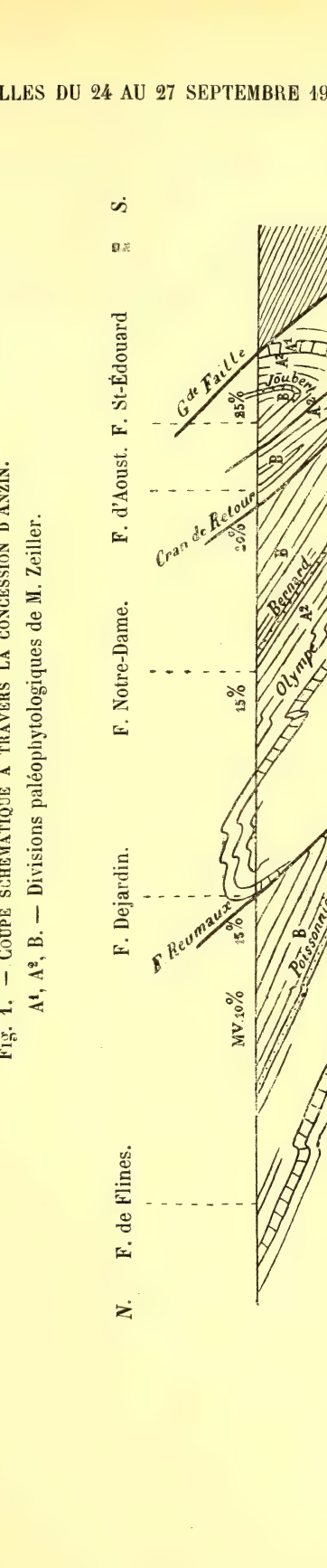


Fig. 2. — Coupe schématique a travers la concession d'Aniche.

dans le bassin houiller du Nord deux plis anticlinaux brisés, séparant trois plis synclinaux distincts, trop peu profonds pour contenir les veines supérieures, conservées dans le Pas-de-Calais, enlevées par dénudation dans le Nord.

La *zone de Poissonnière* du bassin houiller est caractérisée à la fois par son gisement, supérieur à celui de Flines, par sa flore intermédiaire entre les flores *A* et *B* de M. Zeiller, par sa faune à *Pleuroplax*, *Productus scabriculus*, etc., par sa faible puissance, limitée à un schiste argileux fin, sapropélien, de 1 à 5 mètres seulement de puissance.

Nous avons reconnu cette même zone au toit des veines Poissonnière (charbon maigre), Bernard (charbon demi-gras), Joubert (charbon gras), situées l'une au Nord, l'autre au centre et la dernière au Midi du bassin, et considérées auparavant comme distinctes et appartenant à trois faisceaux superposés, successifs. La zone de Poissonnière se trouve intercalée dans les veines productives du bassin, d'origine continentale, à hauteur d'environ 600 mètres au-dessus de la zone marine de Flines.

Tandis que la zone de Flines est associée à la flore A^1, la zone de Poissonnière est située vers la base de la flore *B*.

La continuité présumée de la zone de Flines, continuité que son origine marine rendait probable, sinon certaine, nous avait permis de proposer dès 1906, au Congrès de Liége, une nouvelle interprétation de la structure du bassin, puisque la puissance de cette zone au centre du bassin indiquait l'existence d'un relèvement anticlinal central insoupçonné.

La découverte et la continuité reconnue de la zone de Poissonnière en divers points du bassin, à travers les faisceaux de charbons de composition différente, conduit d'une façon indépendante à la même conclusion que celle fournie par l'étude de la zone de Flines, comme le montre la coupe de la figure 2.

L'accord de ces deux séries d'observations, basées sur les déterminations paléontologiques faites au Musée de Lille, nous paraît établir que le bassin houiller du Nord ne correspond pas à un pli synclinal unique comme on le croyait, mais à un ensemble de plis parallèles comme nous l'avons indiqué sur les coupes schématiques qui précèdent et comme on le voit à l'Exposition sur la grande coupe à l'échelle donnée par la Compagnie d'Aniche.

Ch. Barrois.

Visite de la partie géologique de l'Exposition collective des charbonnages de Belgique, sous la conduite de M. P. Fourmarier.

Dans ces dernières années, de nombreux travaux de recherche et de reconnaissance ont été entrepris dans les trois bassins houillers belges. Des cartes exposées montrent l'emplacement de ces divers travaux par rapport aux concessions existantes.

1. *Bassin de la Campine.* — Dans le bassin de la Campine, les sociétés concessionnaires, avant d'entreprendre le creusement des puits, ont jugé prudent d'effectuer des sondages pour l'étude détaillée des morts terrains et pour reconnaître aussi complètement que possible la valeur du terrain houiller, valeur estimée parfois d'une manière bien imparfaite par les premiers sondages creusés dans le but d'obtenir les concessions.

L'étude des échantillons du Houiller traversé par les nouveaux sondages a montré que, dans les grandes lignes, les résultats obtenus lors des premières recherches sont exacts; le Houiller de la Campine peut se diviser en une série de faisceaux qui, au point de vue paléontologique, comme de la teneur en charbon et de la richesse en matières volatiles, se succèdent dans le même ordre que dans les bassins mieux connus de Sambre-Meuse et du Nord de la France. Les études ne sont pas encore suffisamment avancées pour que l'on puisse donner d'une façon précise la stratigraphie complète du bassin.

Les sondages d'études pour le creusement des puits ont été effectués par de tous autres procédés que les premiers sondages de recherche : le sondage à la couronne avec double carottier a permis de prélever dans les roches meubles, des échantillons parfaits pour la détermination des terrains. Ces matériaux permettront d'établir d'une manière beaucoup plus précise la stratigraphie des terrains tertiaires de la Campine.

Les sables tertiaires sont généralement boulants, mais ils ne contiennent en aucun point de nappe jaillissante. Une telle nappe a été reconnue dans tous les sondages dont la cote d'orifice est inférieure à 50 mètres; dans les sondages dont la cote est supérieure à ce niveau, la même nappe a été reconnue par pompage, mais elle s'équilibre sous la surface du sol. L'eau de cette nappe provient du tuffeau maestrichtien très perméable.

Les craies à silex contiennent aussi de l'eau, mais en proportion beaucoup moindre. L'assise de Herve s'est montrée partout très compacte. Seulement, les masses deviennent sableuses à la base et le Houiller est recouvert presque partout par une assise de sables; ceux-ci sont généralement assez constants et ont même parfois donné des carottes; d'ordinaire, ils paraissent être peu aquifères.

2. *Bassin du Hainaut.* — Toute une série de recherches ont été entreprises au Sud du bassin du Hainaut, au delà du tracé superficiel de la faille du Midi; les recherches sont basées sur le fait que cette grande faille a une inclinaison généralement faible vers le Sud et qu'elle a eu pour effet de refouler les terrains anciens sur le Houiller, avec ou sans interposition de lambeaux de poussée. Presque tous les sondages ont trouvé du Houiller; mais ceux qui ont atteint le Houiller riche n'ont rencontré celui-ci qu'à 700 et 800 mètres de profondeur; il existe donc entre les terrains anciens et le Houiller riche un lambeau plus ou moins puissant de Houiller inférieur.

Dans le bassin de Charleroi, les travaux de M. Smeysters ont montré qu'il existe une série de lambeaux de poussée superposés. Des sondages effectués aux charbonnages de Fontaine-l'Évêque et de Forte Taille ont montré la réalité de cette théorie dans la partie tout à fait méridionale du bassin.

3. *Bassin de Liége.* — Des recherches par sondages sont également en cours d'exécution au Sud du bassin de Liége. Comme dans le Hainaut, elles sont aussi basées sur l'hypothèse du refoulement, le long de la faille eifelienne, du terrain dévonien sur le Houiller. La structure paraît cependant être ici plus compliquée que dans le Hainaut, à cause de la complexité même du lambeau refoulé; d'autre part, les relations tectoniques entre le bassin de Liége proprement dit et le bassin de Herve ne sont pas encore bien élucidées. Un sondage en cours d'exécution dans la concession de Melen apportera peut-être quelque lumière sur ce sujet.

Les recherches effectuées dans la province de Liége n'ont pas donné jusqu'à présent des résultats aussi complets ni aussi satisfaisants que dans le Hainaut.

Les premiers sondages destinés à reconnaître le prolongement méridional du bassin ont été effectués aux environs de Pepinster par la Société d'Ougrée-Marihaye; ils ont rencontré le Houiller inférieur;

et à présent on peut dire qu'ils démontrent la réalité des grands charriages par lesquels nous expliquions la structure de la région (1).

Parmi les régions concédées, certaines sont encore peu connues à l'heure actuelle; parmi elles nous citerons la partie méridionale du bassin de Herve; d'après nos recherches, on se trouverait ici en présence d'une allure imbriquée comprenant une série de lambeaux de poussée refoulés les uns sur les autres, allure très semblable à celle du bassin de Charleroi. La Société anonyme des charbonnages du Hasard expose une carte de sa concession et des concessions voisines, avec une coupe Nord-Sud montrant notre manière d'expliquer la structure de cette partie du bassin (2).

La bordure Nord du bassin de Liége a également donné lieu, dans ces derniers temps, à des travaux de recherches par des sondages et travers bancs; ces travaux paraissent confirmer l'appauvrissement du bassin vers le Nord.

Enfin, un sondage vient d'être entrepris dans les environs de Lanaye, au Nord de Visé, dans l'espoir de trouver dans cette région une cuvette de Houiller riche dans le Houiller inférieur qui forme le sous-sol primaire de la partie Nord-Est de la province de Liége et la partie Sud du Limbourg hollandais. Si cet espoir devenait une réalité, on se trouverait en présence d'un petit bassin formant en quelque sorte trait d'union entre les bassins de Liége et de la Campine.

La visite du compartiment des charbonnages de Belgique dut être fortement écourtée, le temps faisant défaut; mais des exemplaires de la notice explicative de l'Exposition collective des charbonnages de Belgique furent mis gracieusement à la disposition des excursionnistes; cette brochure renferme une série d'articles des plus intéressants sur les recherches effectuées en Belgique et sur les récents progrès dans l'art des mines.

P. Fourmarier.

---

(1) P. Fourmarier, *La limite méridionale du bassin houiller de Liége.* (Publ. du Congrès intern. des Mines, etc., Section de Géologie appliquée. Liége, 1905.)

(2) P. Fourmarier, *La structure de la partie méridionale du bassin houiller de Herve.* (Ann. Soc. géol. de Belgique, t. XXXVII. Liége.)

Visite du Pavillon du Canada à l'Exposition.

Il convient de rappeler ici, parmi les choses qui purent intéresser les géologues lors de leur visite à l'Exposition, les collections minéralogiques et géologiques qui étaient rassemblées dans les pavillons du Brésil et du Canada.

En ce qui concerne ce dernier pays, nous croyons intéressant de résumer le livre obligeamment offert aux membres de la Société, intitulé : *Esquisse géologique et ressources minérales du Canada*, par G.-A. Jonng, publié sous les auspices de la Commission géologique du Ministère des Mines.

Les premières études géologiques faites au Canada datent de 1843. C'est à cette époque que fut organisée la Commission géologique, et les travaux de Sir William Logan et de ses collaborateurs Murray, Hunt, Billings, etc., marquent une date dans le domaine de la géologie.

Le Canada comprend le Nord de l'Amérique septentrionale en y ajoutant les îles de l'océan Arctique. La limite des terres atteint le 77e parallèle. La limite Sud est voisine du 44e parallèle. La superficie, presque celle de l'Europe, atteint 8 822 582 kilomètres carrés.

Toutes les eaux, un petit territoire excepté, coulent soit vers l'océan Glacial, soit vers le Pacifique.

Au point de vue des caractères géologiques, le territoire se divise en six régions : 1° les Appalaches; 2° les basses terres du Saint-Laurent; 3° le plateau laurentien; 4° l'archipel arctique; 5° la plaine continentale; 6° les Cordillères.

I. *Région des Appalaches.* — Elle s'étend à l'Est du lac Champlain, de Québec et du Saint-Laurent. C'est le prolongement de la chaîne des États-Unis; elle s'étend jusque l'île Terre-Neuve, avec une direction Sud-Ouest-Nord-Est. La structure géologique en est complexe, les failles y sont nombreuses et fort inclinées. C'est aux axes de plissement qu'apparaissent les roches précambriennes. Le Cambrien est bien représenté, surtout au Sud-Est de Québec, et vers le Nord est surmonté du Silurien et du Dévonien. Ce dernier est prépondérant en Nouvelle-Écosse. Les couches carbonifères et permiennes sont limitées aux provinces maritimes (île du Prince et golfe du Saint-Laurent). Le Mésozoïque n'est constitué que par deux seuls bassins triasiques en Nouvelle-Écosse et dans le Nouveau-Brunswick.

Le Précambrien comprend deux niveaux : celui des quartzites et celui des schistes noirs. Leur puissance est de 25 000 pieds. De grands massifs granitiques probablement d'âge dévonien pénètrent ces sédiments. Les quartzites constituent un niveau aurifère.

Le Cambrien s'étend sur plus de 3 000 pieds d'épaisseur et paraît constitué par des schistes-ardoises et des grès. La faune riche est semblable à celle de l'Europe. On observe une discordance entre l'Ordovicien et le Silurien.

Le Silurien est composé de schistes calcaires et de grès calcareux avec roches éruptives contemporaines. Il comprend 3 000 pieds.

Le Dévonien, très abondant, montre une faune marine et souvent aussi lagunaire. Les calcaires marins sont des lambeaux isolés, résidus d'une érosion ancienne. A la fin du Dévonien, on observe des intrusions granitiques nombreuses.

Les couches carbonifères, qui ne se rencontrent que dans les provinces maritimes, recouvrent les roches cristallines précambriennes et toute la série énumérée en suivant les sinuosités et les baies d'un ancien rivage. Ce Carbonifère montre une riche succession de couches de houille qui s'étendent du Houiller au Permien.

L'allure en est peu compliquée : ce sont des ondulations faiblement inclinées. Parfois, cependant, on y observe des plissements et dislocations. Les roches qui le représentent sont des schistes, des grès et des conglomérats : ces derniers sont parfois discordants. On cite un horizon constant calcareux avec lits de gypse.

Le Permien est concordant, mais déborde parfois sur les couches anciennes et montre alors un conglomérat de base.

Enfin, des schistes rouges triasiques apparaissent en Nouvelle-Écosse et sont des dépôts lagunaires. C'est à partir de cette période que commence à se manifester l'érosion lente qui se poursuit jusqu'à la période glaciaire.

II. Les *basses terres du Saint-Laurent* commencent aux environs de Québec et se dirigent au Sud-Ouest le long du cours du Saint-Laurent. Ce sont des assises paléozoïques presque horizontales qui reposent au Nord sur le plateau laurentien. Au delà de Montréal, leur bordure Nord remonte la vallée de l'Ottawa jusqu'à Brokville et Kingston. Elles constituent la péninsule qui s'étend entre les lacs Huron, Erié et Ontario. C'est là que se trouvent d'importantes exploitations de pétrole et de gaz. Les couches dans ces régions sont peu inclinées et constituées par des grès, des schistes et des calcaires d'âge ordovicien, silurien dévonien sans lacune dans la sédimentation.

La faille Saint-Laurent et Champlain sépare cette région de la région plissée des Appalaches.

L'Ordovicien comporte à Montréal 4 350 pieds de sédiments. Un fait intéressant à cet endroit est l'existence de huit collines dont le centre est constitué par des roches éruptives alcalines (syénites). Il faut admettre qu'elles étaient intrusives dans les sédiments enlevés par érosion, et l'on trouve des débris métamorphiques de ceux-ci qui sont dévoniens.

On trouve le Silurien dans la péninsule.

L'Ordovicien est formé de grès auxquels succèdent les calcaires, puis une alternance de schistes et calcaires.

Le Silurien, avec les couches calcaires du Niagara, succède à l'Ordovicien. Ce sont des calcaires, dolomies avec sel et gypse témoignant d'une période lagunaire.

Le Dévonien, qui est peut-être discordant sur le Silurien, est constitué par des calcaires et schistes noirs. On trouve des îlots de ces terrains vers le Nord, sur les roches cristallines précambriennes.

III. *Plateau laurentien.* — Cette région s'étend autour de la baie d'Hudson. Elle est composée de roches dont l'assemblage complexe témoigne de la longueur des périodes précambriennes. Elle est remarquable par les minerais de cuivre et de nickel de Sudbury, les gisements argentifères de cobalt ainsi que par les gisements de mica et de graphite.

La géologie de cette région est caractérisée principalement par les massifs éruptifs de granit qui apparaissent par érosion. Ils forment le soubassement de tout le plateau. D'autres roches y sont mêlées, mais présentent des caractères fort variables d'un endroit à un autre. Elles sont parfois même relativement peu métamorphiques. On désigne sous le nom de Keewatin un groupe puissant de ces roches. Ce sont des quartzites zonaires qui, par leur teneur en fer, sont connus sous le nom de *Iron Formation;* ailleurs ce sont les *Green Stone Schists* qui forment des lambeaux isolés dans les granits.

Le Huronien inférieur qui succède consiste en conglomérats passant aux schistes. Des schistes et des arkoses constituent le Huronien moyen. Le Huronien supérieur se rencontre à l'Ouest du lac Supérieur. Ces couches sont en discordance sur le complexe Keewatin et Huronien inférieur et peu altérées.

Une troisième période correspond aux couches keeweenawiennes, qui consistent en grès rouges, conglomérats, calschistes et dolomies.

Elles affleurent sur les rives du lac Supérieur. Certains auteurs les rattachent au Cambrien. On y trouve associées des laccolites de diabase.

Dans la province de Québec, on rencontre les roches du *Groupe de Granville;* ce sont de grandes épaisseurs de calcaires associés à des quartzites, des gneiss d'origine sédimentaire, mais qui n'ont pu être rattachées aux autres groupes.

En résumé, ce sont les roches éruptives profondes qui constituent la plupart des roches du plateau laurentien. Ce sont des roches granitiques de toutes variétés depuis les types acides jusqu'aux plus basiques.

IV. *L'archipel arctique.* — Vers l'Est, les hautes terres des îles sont précambriennes ; les basses terres de l'Ouest sont formées de terrains paléozoïques en couches horizontales. Au Nord s'observe du Triasique. L'île Ellesmere montre une coupe de 8 000 pieds allant du Silurien au Dévonien supérieur. La partie inférieure du Carbonifère des îles du groupe de Parry renferme des couches de houille considérables. Le trias renferme du lignite.

V. *La plaine continentale.* — Vers l'Est, les couches paléozoïques reposent sur le Précambrien; à partir du Manitoba apparaît le Dévonien et celui-ci disparaît bientôt sous des sédiments crétacés ; enfin, le Tertiaire fait son apparition non loin de la frontière des États-Unis.

L'Ordovicien du lac Winnipeg est formé de grès et de calcaires magnésiens, puis de schistes et de calcaires.

Le Silurien se compose de calcaires magnésiens avec fossiles de l'âge des couches du Niagara. Vers le Nord-Ouest, le Dévonien repose directement sur le Précambrien et se compose de près de 2 000 pieds de calcaires et dolomies, puis de schistes et de calcaires marneux. Ces roches réapparaissent dans la chaîne des Rocheuses dont la surrection ne date que de l'ère tertiaire.

Au Nord du chemin de fer Canadian-Pacifique, on a pu observer une coupe exclusivement cambrienne qui s'étend sur 13 000 pieds de puissance et très fossilifère. Plus loin, ces couches sont surmontées de 1 000 pieds de Silurien, puis de plusieurs milliers de pieds de Dévonien et enfin de 7 000 pieds de Carbonifère.

Cette série se poursuit dans toutes les Rocheuses avec des puissances plus grandes qu'à l'Est.

La bordure occidentale montre les trois termes du Mésozoïque, le

Trias, le Jurassique et le Crétacé, qui renferme la zone productive de charbon de *Kootanie*, d'une épaisseur de 5 000 pieds. Il n'existe pas de discordance entre ces trois termes, mais le Crétacé supérieur (grès Dakota) atteint par transgression l'escarpement du Manitoba.

A l'époque suivante, ce sont des sédiments d'eau douce qui recouvrent le vaste territoire de l'Alberta. C'est une sédimentation ininterrompue de la fin du Crétacé au Tertiaire. A la fin du Laramie (Tertiaire inférieur) commence le soulèvement des Rocheuses. Après cette période orogénique se déposent des alluvions grossières oligocènes qui sont vraisemblablement des dépôts fluviaux entraînés vers l'Est.

VI. *Région des Cordillères.* — Cette région montagneuse est le prolongement vers le Nord du système de chaînes de montagnes qui bordent le Pacifique. La géologie de ces régions est très compliquée. On y trouve des formations bien représentées depuis le Cambrien jusqu'au Tertiaire. Les masses éruptives qui traversent les sédiments en les métamorphosant rendent la géologie de ces régions très complexe. Les Montagnes Rocheuses et les monts Mackensie sont constitués surtout de terrains paléozoïques. On y a trouvé également des lambeaux de Précambrien. Des bassins mésozoïques fortement plissés et disloqués s'y rencontrent aussi.

La chaîne côtière est formée de roches granitiques qui pénètrent les roches triasiques. En quelques points de la côte seulement existent des bassins crétacés et tertiaires.

La région comprise entre la chaîne côtière et les Montagnes Rocheuses est formée de Primaire et de Secondaire inférieur traversés par du granit éruptif.

Le Précambrien et le Cambrien forment de grandes épaisseurs dans la bordure méridionale des Rocheuses, et ces couches atteignent les monts Mackensie. Vers l'Est, les sédiments cambriens sont calcareux et argileux ; vers l'Ouest, ils deviennent moins calcaires et plus grossiers. Ces calcaires ordoviciens sont fossilifères même dans le Nord.

Le Dévonien représenté par des calcaires et schistes est constant dans sa composition, et son épaisseur atteint parfois plusieurs milliers de pieds. On le retrouve à Vancouver, mais il semble faire défaut dans la région des Cordillères.

Le Carbonifère succède en concordance avec le Dévonien dans les Montagnes Rocheuses, et ses schistes et calcaires atteignent 7 000 pieds. Parfois il est formé de tufs et de matériaux d'épanchement volcanique sous d'énormes assises calcaires.

En quelques points, le Triasique surmonte le Carbonifère. Dans la Colombie, le Trias est constitué par de grandes accumulations de matériaux volcaniques.

Les assises aux environs du lac Kamloops ont 15 000 pieds d'épaisseur et semblent devoir leur origine à des éruptions sous-marines.

Quelques formations d'origine volcanique sont rapportées au Jurassique dans la Colombie anglaise.

C'est pendant cette période que se produisirent les grands mouvements orogéniques qui eurent pour conséquence la formation des Rocheuses. En même temps eut lieu la grande irruption de roches ignées qui forment la chaîne côtière.

On y trouve des roches depuis les plus acides comme les granits jusqu'aux plus basiques comme les gabbros.

Le Crétacé alors forma ses assises puissantes dans les Cordillères. Dans le Sud, les schistes jurassiques de Fernie, qui reposent sur le Carbonifère, supportent le Crétacé inférieur connu sous le nom de série houillère de Kootanie.

Le Crétacé est très variable d'épaisseur et de composition. C'est à la fin de cette période que la région des Cordillères canadiennes a été exondée. Le long du Pacifique, la sédimentation perdura et les couches crétaciques de l'île de la Reine Charlotte se continuent sur plus de 3 000 pieds de conglomérats de grès et de schistes. Dans l'île Vancouver, ces couches renferment de la houille.

Durant l'Oligocène, on observe des formations d'eau douce avec couches de lignite, et des éruptions volcaniques de rhyolites et de basaltes recouvrent ces sédiments tertiaires.

*
* *

Pendant la période glaciaire, tout le Canada disparut sous un manteau de glace qui descendit jusqu'au 37e parallèle. Le sens des transports et les stries indiquent l'existence de trois grands centres de rayonnement. La disparition de la nappe glaciaire marque un mouvement de relèvement général des régions du Nord, — on peut observer que les plages et les terrasses s'élèvent progressivement vers le Nord, — contrariant ainsi le sens général de l'écoulement des eaux.

L. de Dorlodot.

2e Journée : Lundi 26 septembre.

Excursion aux dépôts d'âge éocène moyen et oligocène tongrien des environs de Tervueren, sous la conduite de M. Mourlon.

Partis de Bruxelles (Quartier-Léopold) par le train qui nous amena dans la matinée à Wesembeek-Stockel, nous nous dirigeâmes vers le chemin creux situé entre le hameau de Stockel et les Quatre-Bras. Au bas de ce chemin se trouve la grande sablière de la Société du champ de courses de Stockel. Elle s'étend à la lisière du bois, du Nord au Sud, sur près de 80 mètres de longueur, atteignant la cote 75 ; voici le relevé des couches, de haut en bas :

COUPE DE LA SABLIÈRE DU CHAMP DE COURSES DE STOCKEL.

	Quaternaire.	
q3n ?	1. Limon brun, bigarré de grisâtre, avec cailloux disséminés à la base	0m50
qlm	2. Amas de cailloux moséens, avec plaquettes ferrugineuses, ravinant vers le Nord le sable sous-jacent, à la partie supérieure duquel se trouvent des pénétrations de lignées caillouteuses avec « grains de riz » (2') . . .	2.00
	Éocène moyen ledien.	
Le	3. Sable fin, blanc et jaune, se réduisant à moins de 1 mètre à l'extrémité Nord de la coupe et présentant à son extrémité Sud une épaisseur de	6.00
	Éocène moyen laekenien.	
Lk	4. Sable jaunâtre foncé, graveleux, parfois grisâtre vers le bas, au contact du lit argileux qui le sépare du gravier 5.	0 30
	5. Gravier à grains laiteux dans le sable siliceux	0.10
	Éocène moyen bruxellien.	
Bd	6. Sable siliceux, d'un beau blanc, légèrement jaunâtre sur 0m50 à la partie supérieure	3.00
	7. Sable quartzeux, jaunâtre, interstratifié de lignes jaune brunâtre, ferrugineuses, en un point de la sablière, sur .	1.00
	TOTAL. . .	12m90

Après avoir exposé sur place notre interprétation des différentes couches de la sablière telle qu'elle se trouve consignée dans la coupe

précédente, nous appelâmes l'attention sur la présence dans la couche caillouteuse quaternaire la plus inférieure (*2'*) de *grains de riz*. On se rappellera que dans une étude de la région publiée en 1905 [1], nous signalâmes dans la coupe relevée sur le talus occidental du chemin creux longeant la sablière de Stockel, et à un niveau un peu supérieur à celle-ci, la présence d'un « gravier formé de grains de riz et de petits cailloux parfois agglutinés et passant au poudingue », formant la base d'un dépôt caillouteux que nous rapportâmes au Tongrien supérieur, nous conformant ainsi aux vues de M. Rutot, qui en figure sur la Carte géologique (pl. Saventhem) une lentille sur le même versant de la colline.

Notre savant confrère, présent à l'excursion, fit remarquer que tout au moins pour ce qui concerne la sablière, les grains de riz associés à des cailloux quaternaires prédominants ont été enlevés à des dépôts préexistants oligocènes.

En longeant le chemin creux dans la direction des Quatre-Bras, on ne tarde pas à constater, à 150 mètres au Sud-Est de sa bifurcation avec un autre chemin dirigé vers le Nord-Est, des affleurements de sable argileux jaune pailleté (*Tg1c*) passant insensiblement à un sable quartzeux jaunâtre avec concrétions ferrugineuses en forme de tuiles, devenant parfois rouge sanguin vers le bas (*Tg1d*).

Arrivés aux Quatre-Bras (pl. Tervueren), on a pu observer à près de 600 mètres au Sud de ce point, sur le talus occidental de la grand'-route qui conduit à Groenendael, la coupe que voici à la cote 107 :

Coupe relevée au S.-S.-O. des Quatre-Bras.

1.	Limon quaternaire, pâle, friable	2m00
2.	Sable jaunâtre avec cailloux disséminés	1.60
3.	Cailloux noirs, souvent plats, formant une couche de	0.40
4.	Sable gris, bigarré de jaune, finement pailleté (Tongrien inférieur *Tg1d*)	2.00
5.	Sable argileux, pailleté, passant à l'argile grise, bigarrée de jaune pâle (*Tg1c*), bien visible dans le fossé de la route sur .	0.30
	Total. . .	6m30

Les couches nos 4 et 5 de la coupe précédente sont rapportées au Tongrien sur la planchette de Tervueren levée par nous, comme elles

[1] M. Mourlon, *Bull. de la Soc. belge de Géol.*, t. XIX, Mém., pp. 309-317.

le sont également sur la planchette contiguë de Saventhem levée par M. Rutot, et notre interprétation fut confirmée, notamment par MM. le baron van Ertborn et de la Vallée Poussin [1].

Quant aux couches n°s 2 et 3, elles sont généralement rapportées au Diluvium qui, eu égard à leur altitude, serait d'âge pliocène.

Seulement, comme l'étude par sondages que nous avons faite de la région, et qui se trouve consignée dans notre travail prémentionné de 1905, nous a fait reconnaître qu'au-dessus des sables tongriens inférieurs (*Tg1d*) se trouve un dépôt caillouteux (*Tg2a*) de près de 4 mètres, lequel est surmonté à son tour de plus de 10 mètres de sable *Tg2b* s'élevant jusqu'à la cote 122, il y a lieu de se demander si les couches n°s 2 et 3 de la coupe ci-dessus qui surmontent le Tongrien inférieur incontestable ne devraient point aussi être rapportées au Tongrien supérieur *Tg2a*.

Nous nous bornerons à reproduire ci-contre (p. 281) la coupe levée par nous en mars 1905 sur le talus occidental de l'avenue visitée par les excursionnistes et qui relie le château de Waha à la route de Louvain, à l'Est des Quatre-Bras.

Après que nous eûmes exposé comment, dans nos études de 1905, nous avons été amené à rapporter au Tongrien supérieur les dépôts sableux et caillouteux de la coupe précédente, les excursionnistes ont suivi la route de Louvain dont la pente assez rapide leur a permis d'observer, en de certains points sur le talus, des affleurements des dépôts caillouteux tongriens (*Tg2a*).

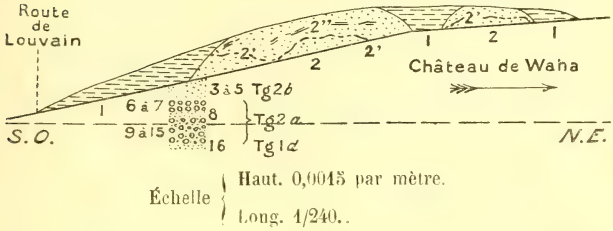
C'est ainsi qu'à 400 mètres environ à l'Est-Nord-Est des Quatre-Bras, on a pu observer dans un petit déblai, au bas du talus d'une emprise sur la forêt, sous 1^{m}60 de limon jaunâtre bigarré avec cailloux à la base, 1 mètre de sable durci glauconifère gris jaunâtre, blanchi à la surface, renfermant des cailloux disséminés.

A peu de distance, à l'Est de ce dernier affleurement, un puits creusé par M. Napoléon Defrenne a rencontré sous 8 mètres de limon friable (*q3n*), avec un peu de sable grossier à la base, 11^{m}20 de sable ledien et laekenien et un peu plus de 12 mètres de sable quartzeux bruxellien (*Bd*).

Enfin, à près de 600 mètres plus à l'Est encore se trouve une belle

---

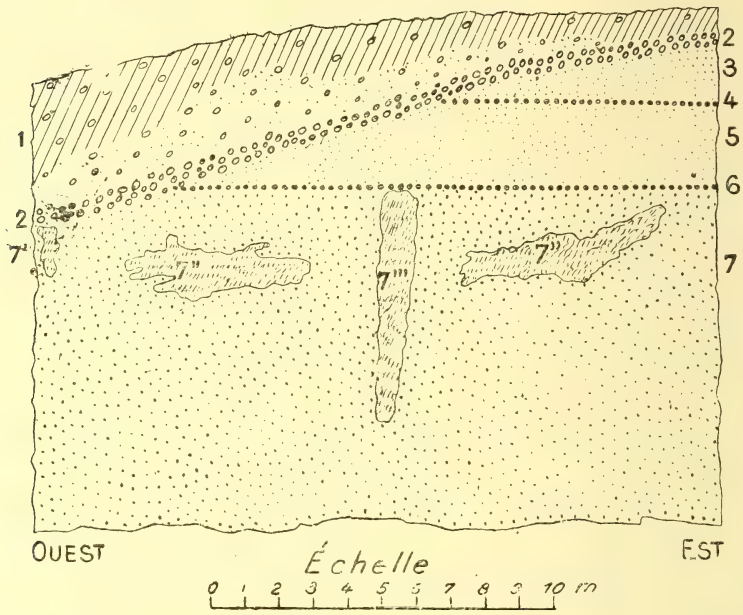
[1] *Ann. de la Soc. roy. malacol. de Belgique*, t. XXXIV, séance du 2 décembre 1899, pp. CXXXV-CXXXVII.



COUPE DE LA TRANCHÉE, PROLONGÉE PAR UN SONDAGE, ENTRE LA ROUTE DE LOUVAIN ET LE CHATEAU DE WAHA.

q5pl	1. Limon jaune brunâtre assez friable, avec quelques cailloux à la base et quantité de fragments de grès ferrugineux des sables sous-jacents, formant de véritables poches de ravinement dans ces derniers.	
Tg2b	2. Sables blanchâtres et jaunâtres, légèrement glauconifères, un peu pailletés, avec zones ondulées et taches rouge sanguin (2') et quantité de plaques ferrugineuses (2''), avec quelques concrétions jaunes de forme bizarre dont une, percée de part en part, rappelle un peu certains grès fistuleux	4m00
	Un sondage pratiqué au bas de la tranchée, à 120 mètres de son extrémité Sud-Ouest, a donné ce qui suit :	
	3. Sable gris blanchâtre pailleté	0.90
	4. Idem jaune	0.70
	5. Idem gris jaunâtre	1.20
Tg2a	6. Sable gris blanchâtre, pailleté, avec petits cailloux de silex roulés disséminés	1.20
	7. Idem jaunâtre, bigarré de grisâtre, avec petits cailloux de silex roulés	0.50
	8. Idem sans cailloux apparents	1.00
	9. Idem avec petits cailloux de silex roulés disséminés . .	0.80
	10. Sable jaunâtre avec paillettes de mica, grains de glauconie et petits cailloux de silex roulés disséminés	0.60
	11. Sable et grès ferrugineux, jaune brunâtre, légèrement pailletés, avec petits cailloux de silex roulés disséminés.	0.40
	12. Sable argileux, jaune brunâtre, légèrement glauconifère, avec petits cailloux de silex roulés disséminés. . . .	0.40
	13. Idem un peu plus argileux et très glauconifère, avec nombreux petits cailloux de silex roulés	0.50
	14. Sable et grès ferrugineux, jaune brunâtre, finement pailleté, avec petits cailloux de silex roulés . . .	0.90
	15. Sable argileux, ferrugineux, jaune brunâtre, avec nombreux cailloux de silex roulés	0.50
Tg1d	16. Sable gris jaunâtre, pailleté.	0.60
	TOTAL. . .	14m20

sablière récemment ouverte par M. Cammaerts, de Tervueren, qui présente l'intéressante coupe suivante, à la cote 85 :



COUPE DE LA SABLIÈRE CAMMAERTS, A TERVUEREN.

q1m	1. Limon bigarré et cailloux disséminés devenant parfois très sableux et passant au sable, variant de 4 mètres sur la pente à	0m50
	2. Cailloux roulés, formant une couche atteignant . . .	0.50
Le	3. Sable fin gris blanchâtre et jaunâtre, pénétré d'infiltrations ferrugineuses	1.50
	4. Gravier surmonté d'un lit ferrugineux.	
Lk	5. Sable fin, parfois plus quartzeux vers le bas, blanc et jaune ferrugineux, avec une géode que l'on pourrait confondre avec celle du Bruxellien 7, qui renferme du sable blanc fin	2.50
	6. Gravier peu épais au contact d'un lit argileux, surmontant un lit ferrugineux concrétionné bruxellien.	
Bd	7. Sable blanc siliceux avec abondantes tubulations, parfois rougeâtre, brunâtre et durci par places, avec géodes renfermant du sable blanc quartzeux	3.00
	7. Idem, interstratifié de lits ferrugineux.	
	TOTAL. . . .	8m00

La même disposition des couches de la coupe ci-dessus se retrouve dans une ancienne sablière située à une centaine de mètres plus à l'Est et dans laquelle on a repris l'exploitation du beau sable bruxellien.

Il n'était point sans intérêt de constater la nature et la puissance de cette zone bruxellienne de sable rude supérieure (*Bd*) et de la comparer à celle de sable rude inférieure (*Bb*) qu'on avait pu si bien observer dans la matinée d'hier aux grandes sablières d'Etterbeek.

Il était intéressant aussi de constater la superposition des sables lediens, laekeniens et bruxelliens avec leur gravier séparatif.

A 300 mètres environ plus à l'Est, les excursionnistes, se trouvant à la halte du tram, ont pu se rendre à Tervueren où, après une collation, ils ont consacré l'après-midi à la visite des compartiments géologiques de l'Exposition coloniale et des Musées de Tervueren.

M. Mourlon.

Les observations faites au cours de cette excursion ont suscité d'assez nombreux échanges de vues et des discussions auxquelles M. A. Rutot a pris la plus grande part. Dans la sablière du champ de courses de Stockel, ce géologue a notamment exposé ses théories personnelles sur la question du Quaternaire en Belgique, et a montré qu'elles sont applicables aux dépôts de la vallée de la Senne. Il a également indiqué comment doit s'interpréter, d'après lui, la coupe relevée dans le chemin creux dirigé vers les Quatre-Bras, qui longe la sablière de Stockel, et il a enfin présenté quelques observations au sujet de certains dépôts sableux visibles notamment à 400 mètres environ à l'Est-Nord-Est des Quatre-Bras, dans un talus de la route, dépôts rapportés par M. Mourlon au Tongrien supérieur *Tg2a*, et qu'il est porté à considérer comme quaternaires.

M. Rutot a résumé ses observations dans la note ci-après :

Observations relatives à l'excursion du lundi 26 septembre dans les dépôts éocènes et oligocènes des environs de Tervueren.

Au cours de l'excursion du 26 septembre, dirigée par M. Mourlon, j'ai eu l'occasion de présenter quelques observations dont voici le résumé :

Au premier point observé, c'est-à-dire en face de la grande sablière du champ de courses de Stockel, j'ai exposé en quelques mots mes vues sur le Quaternaire de la Belgique.

Que l'on se trouve dans les vallées dépendant de l'Escaut ou de la Meuse, on peut toujours reconnaître, lorsque les altitudes conservées ont été suffisantes, l'existence de trois terrasses qui sont :

1° Une *haute terrasse* en pente douce qui va se raccorder au haut

plateau, partant à peu près de l'altitude de 100 mètres au-dessus du niveau actuel de l'eau dans les vallées, pour finir vers 130 mètres au-dessus du même niveau.

A mon avis, cette haute terrasse date de la fin du Pliocène moyen. Elle est couverte d'un cailloutis de silex, de roches de l'Ardenne et parfois, le long de la Meuse, de petits cailloux de quartz blanc qui se sont déposés, vers le milieu du Poederlien, peu avant la première ébauche du réseau des vallées actuelles.

Sur ces cailloux, on peut rencontrer des alluvions fluviales sableuses ou glaiseuses et du limon argileux, stratifié, surmonté lui-même de limon friable pulvérulent. Le premier de ces limons appartient au *Hesbayen*, le second au *Brabantien*.

2° Une *moyenne terrasse*, parfois très large, qui, lorsqu'elle est bien développée, a son bord interne vers 30 mètres au-dessus du niveau actuel de l'eau de la vallée et son bord externe vers 65 mètres au-dessus du même niveau.

Entre le bord élevé de la basse terrasse et le bord inférieur de la haute terrasse, soit de 65 à 100 mètres, existe ordinairement une pente rapide.

Sur la moyenne terrasse, qui s'est formée vers la fin du Pliocène supérieur, on trouve, lorsque tous les dépôts superposés se sont conservés, la série suivante, en commençant par le bas :

a) Sur la terrasse, un cailloutis de base d'âge pliocène supérieur;

b) Une alluvion sableuse de même âge qui, en France, a fourni la faune de l'*Elephas meridionalis;*

c) Un gravier qui représente l'extrême fin du Pliocène;

d) Une alluvion fluviale souvent glaiseuse, verte, qui appartient au Quaternaire inférieur et qui est la « glaise moséenne ». Pour moi, cette glaise correspond à la fusion de la première glaciation quaternaire (*Mindel* du Prof^r^ Penck). C'est cette alluvion fluviale qui, aux portes de Bruxelles, a fourni à M. Mourlon des restes de l'*Elephas trogontheri* qui pourrait être une variété naine de l'*Elephas antiquus;*

e) Un lit de gravier, extrême sommet du Quaternaire inférieur;

f) Un limon argileux, stratifié, qui est le *Hesbayen;*

g) Un limon poussiéreux qui est le *Brabantien*.

3° Une *basse terrasse*, comprise généralement entre 5 et 10 mètres au-dessus du niveau actuel des eaux dans la vallée et qui est séparée de la moyenne terrasse par une pente rapide allant de 10 à 30 mètres, soit 20 mètres de hauteur.

Sur la basse terrasse, qui s'est formée vers le milieu du Quaternaire

inférieur pendant l'apogée du Glaciaire mindelien et, par conséquent, avant la crue moséenne, on peut constater, lorsque les dépôts sont au complet, les superpositions suivantes:

a) Un cailloutis ou gravier;

b) Une glaise verte passant au sable. Cette couche alluviale est la « glaise moséenne » qui, lors de la fusion des glaces de Mindel, a envahi les vallées jusqu'à la limite supérieure de la moyenne terrasse. Les dépôts moséens des deux terrasses ont donc été sédimentés en même temps pendant la deuxième partie du Quaternaire inférieur et, lorsque la pente reliant la basse à la moyenne terrasse n'est pas trop rapide, on peut y constater des lambeaux de glaise moséenne réunissant les deux terrasses;

c) Un cailloutis constituant l'extrême sommet du Quaternaire inférieur;

d) Un groupe de deux sables fluviaux superposés avec trace de ravinement entre les deux, surmonté d'une glaise avec tourbe. Ce groupe renferme nettement la faune du Mammouth;

e) Un gravier formant sommet du groupe *d*, l'ensemble des strates *d* et *e* constituant le *Campinien;*

f) Un limon argileux, stratifié, *Hesbayen ;*

g) Un limon friable qui peut être soit le *Brabantien,* soit le *Flandrien,* selon la région observée; dans ce dernier cas, le limon sableux dit « ergeron » est surmonté d'une couche de limon argileux dit « terre à briques ». Dans les parties basses du pays, l'ergeron et la terre à briques peuvent être remplacés par le sable flandrien marin, surmonté de ses alternances limoneuses.

Il doit être entendu que dans les vallées creusées en couches tendres, tertiaires ou crétacées, le fond plat actuellement visible ne constitue nullement le véritable fond de la vallée.

Ce vrai fond se trouve parfois de 20 à 30 mètres plus bas que le niveau actuel des eaux.

Ce fond est alors comblé par des cailloutis, des sables, des glaises et des lits tourbeux, tous campiniens.

Ce qui vient d'être exposé se résume en disant qu'en Belgique, la haute terrasse n'est couverte que d'alluvions fluviales de la fin du Pliocène moyen, plus du Hesbayen et du Brabantien ; la moyenne terrasse peut être garnie d'alluvions fluviales de l'extrême fin du Pliocène supérieur, puis du Moséen, avec recouvrement de Hesbayen et de Brabantien ; enfin, la basse terrasse supporte l'ensemble le plus compliqué, composé d'alluvions fluviales du Moséen, de l'ensemble des

alluvions campiniennes, puis du Hesbayen et ensuite, suivant la région considérée, de Brabantien ou de Flandrien, parfois marin, parfois d'eau douce.

Si nous appliquons ces principes à quelques points visibles lors de l'excursion, nous voyons qu'au premier point observé, qui est la sablière de Stockel, la surface du sol se trouve vers la cote 75.

Cette excavation faisant partie du versant de la Senne et sachant que le niveau moyen de la rivière se trouve un peu en dessous de la cote 15, nous voyons que 75 — 15 = 60.

Or, la moyenne terrasse s'étend entre les cotes 30 et 65 au-dessus du niveau du cours d'eau : donc nous nous trouvons à Stockel vers la partie la plus élevée de la moyenne terrasse et, en effet, la coupe que nous avions sous les yeux montrait aussi nettement que possible un biseau caillouteux fluvial dont la plus grande épaisseur était tournée vers la vallée et qui allait se terminer sur le flanc de la pente rapide montant à la cote 110 au-dessus de la mer.

Ce cailloutis, d'âge moséen, est surmonté d'un peu de limon hesbayen.

Nous avons donc eu à Stockel un exemple pour ainsi dire classique de la terminaison supérieure d'une moyenne terrasse.

Plus loin, à proximité des Quatre-Bras, vers la cote 107, M. Mourlon nous a montré, dans une tranchée de la route de Mont-Saint-Jean, une coupe qu'il avait rafraîchie. Sur les sables tertiaires, nous avons vu un lit de cailloux de silex roulés surmonté d'une glaise verdâtre recouverte de limon.

Établissons encore le calcul : 107 — 15 = 92.

Nous voilà donc bien près de la limite inférieure théorique de la haute terrasse. Or, on conçoit que, dans les terrains sableux sans consistance, qui s'affaissent facilement, une différence de quelques mètres soit négligeable.

En conséquence, je n'hésite pas à dire que le lit de cailloux et la glaise qui le recouvre appartiennent au bord inférieur de la haute terrasse, dont les dépôts sont de la fin du Pliocène moyen.

Ces dépôts datent donc du commencement de l'ébauche du régime actuel des vallées, et dès lors il n'est pas surprenant de rencontrer à leur base, à l'état remanié, les cailloux roulés de silex qui s'étaient accumulés le long des anciens rivages de la mer diestienne.

Je crois que les mêmes conclusions peuvent se formuler au sujet de la coupe d'un talus situé à environ 400 mètres Est-Nord-Est des Quatre-Bras.

Voilà ce que je puis dire au sujet des couches rapportables soit au Moséen, soit au Pliocène : j'ajouterai maintenant quelques mots au sujet de la constitution des couches formant la colline à altitude de 110 mètres qui s'élève entre Stockel et les Quatre-Bras.

Lors du levé géologique, j'ai beaucoup étudié cette région et je ne me trouve pas d'accord avec l'interprétation de M. Mourlon.

Dans la sablière de Stockel, vers la cote 72, la couche la plus visible est le Ledien.

M. Mourlon nous a dit que l'Asschien n'existe plus dans ces parages ; or, pour ce qui me concerne, je crois à l'existence de l'Asschien représenté par son biseau littoral, attendu que je l'ai rencontré vers la cote 76, dans des sondages. Au-dessus d'un peu d'Asschien, j'ai vu, comme les membres de l'excursion l'ont constaté eux-mêmes, le *Tg1b*, puis le niveau argileux *Tg1c;* plus haut encore est apparu un sable fin, altéré, dans lequel existent de nombreux lits ferrugineux contournés, prenant parfois la forme de tuiles [1].

Ce sable nous conduit ainsi tout près du sommet, et c'est dans la tranchée du chemin, au sommet même, que j'ai constaté, il y a une quinzaine d'années, surmontant le sable à concrétions ferrugineuses, un lit formé presque exclusivement de gros grains de quartz, dits « grains de riz », accompagnés de petits cailloux très roulés de silex, souvent plats. Ce lit graveleux est surmonté de sable, puis de gros cailloux de silex roulés remaniés du Diestien et de limon.

A cette époque, on pouvait voir que les concrétions ferrugineuses avaient parfois pénétré dans le lit « à grains de riz » et l'avaient transformé en grès rouge, très dur. De nombreux fragments de ce grès se trouvaient épars dans le chemin.

Il en résulte, à mon avis, que la constitution de la colline est la suivante : le Ledien monte jusque vers la cote 75, puis vient l'Asschien jusque vers 77 ; alors commence *Tg1b* jusque vers 85, puis *Tg1c* jusque vers 98, ensuite apparaît *Tg1d* avec concrétions ferrugineuses jusque vers 105, où se voit le lit de « grains de riz », surmonté d'un peu de sable *Tg2* d'apparence marine.

C'est donc au-dessus de 103, jusque 120, que s'étendrait théoriquement le *Tg2*.

Telle est la manière de voir qui découle de mes études du levé.

---

[1] En brisant de ces concrétions, j'y ai trouvé une mauvaise empreinte de Corbule et des traces de fragment de bois.

En présence des quelques divergences constatées entre l'opinion de M. Mourlon et la mienne, je ne vois qu'une chose à faire, c'est de reprendre l'étude détaillée en commun de la région et de conclure d'après le résultat de cette nouvelle étude. A. Rutot.

Visite du Musée de Tervueren et de l'Exposition coloniale, sous la direction de MM. Cornet et Buttgenbach.

Les excursionnistes, dirigés par M. J. Cornet, visitent d'abord le Musée de Tervueren. Ils sont aimablement reçus par le directeur, M. le baron de Haulleville, qui les guide parmi les collections, fort remarquables, de zoologie et d'ethnographie réunies au Musée. Parmi les spécimens de la faune tropicale, les naturalisations et les squelettes de l'Okapi retiennent spécialement l'attention de nos confrères ; beaucoup s'arrêtent aussi devant le groupe impressionnant et unique en son genre formé par une famille de Gorilles. Ils visitent ensuite en détail la salle consacrée à la géologie et où se voit notamment une belle carte géologique en relief à l'échelle de $^1/_{1\,000\,000}$, dressée par M. le major Tollen, pour la partie topographique, et M. J. Cornet, pour la partie géologique.

Cette carte constitue une fort intéressante synthèse de nos connaissances actuelles sur la géologie de notre colonie. M. Cornet en fait ressortir les principaux traits; il montre la gigantesque ceinture de terrains anciens, archéens et primaires, fortement redressés et en partie métamorphiques, qui entourent le bassin du Congo ; il énumère et caractérise les trois grandes formations horizontales qui les recouvrent en discordance de stratification : la *formation de Kundelungu*, constituée surtout par des grès rouges ; la *formation du Lualaba*, qui comprend des roches diverses et notamment des grès, des argilites parfois fossilifères (poissons) et des calcaires, et parmi lesquelles se trouvent intercalées, en différents endroits, des couches de charbon et de schistes bitumineux ; enfin, la *formation du Lubilache*, qui est essentiellement composée de grès rougeâtres ou blancs friables. M. Cornet indique la répartition géographique de ces différents dépôts et montre combien est énorme l'aire d'extension des grès blancs du Lubilache, qui occupent toute la partie centrale du bassin du Congo.

M. Cornet donne, en outre, de nombreux renseignements de détail sur le Katanga, sur le célèbre « graben » jalonné par la ligne des Grands Lacs et celui moins important de l'Upemba, sur les volcans de

la frontière Nord-Est, sur les environs de Stanleyville et sur la région du bas et du moyen Congo.

Enfin, ce même confrère montre aux excursionnistes les échantillons de roches et de minerais qui sont exposés dans cette salle du Musée, où ils n'ont encore été l'objet que d'un arrangement sommaire et provisoire, destiné à être bientôt remplacé par une ordonnance plus didactique.

On se rend ensuite dans le local de l'Exposition coloniale consacré aux moyens de transport et qui est situé en face du Musée. M. Cornet y parle des travaux d'exploration géologique effectués, en ces dernières années, par la Compagnie des chemins de fer des Grands Lacs, et il montre les échantillons recueillis par la mission David, ainsi que des échantillons provenant des mines de Bamanga.

En dernier lieu, les deux sociétés se rendent dans les locaux principaux de l'Exposition coloniale, où, conduits par M. H. Buttgenbach, ils visitent le stand particulièrement intéressant de l'Union minière du Haut-Katanga, et où ils étudient les cartes, plans et reliefs qui y sont exposés; M. Buttgenbach leur explique sommairement les conditions de gisement des minerais de cuivre, d'or et d'étain de la région, indique les méthodes d'exploitation et de traitement, expose l'état actuel des voies de pénètration vers le Katanga et montre enfin les beaux échantillons de minerai et les plus remarquables pépites d'or qui proviennent de cette région.

3e journée : mardi 27 septembre 1910.

Étude du Cambrien et du Silurien de la vallée de la Senne et des roches éruptives de Quenast, sous la direction de M. C. Malaise.

Les excursionnistes, au nombre de vingt-sept, descendent à Tubize vers 8 heures du matin.

Signalons la présence de M. Ch. Barrois, membre de l'Institut, le distingué professeur de la Faculté des Sciences de l'Université de Lille, et de M. W. Klein, géologue du Gouvernement néerlandais pour le district du Limbourg Sud.

On se dirige à 900 mètres au Nord de Tubize, sur la rive gauche de la Senne, entre le chemin de fer et la route de Mons, dans un terrain jadis réservé pour servir au remblai de la voie ferrée. On y voyait, il y a

quelques années, des schistes gris verdâtre aimantifères et des arkoses métamorphiques de l'assise de Tubize *Dv2*.

Les broussailles et le gazon ont envahi le terrain et l'on n'y distingue plus que quelques rares affleurements avec les deux roches précitées.

On se dirige vers Rippain, où l'on visite une carrière sur la rive gauche de la Senne, dans laquelle on exploite des schistes gris bleuâtre violacé et parfois bigarrés, avec taches vertes aimantifères. Ces schistes sont très utilisés comme dalles placées en bordures dans les chemins des jardins; on en fait également de petites meules douces à aiguiser qui, nous dit-on, sont fort estimées en Chine.

Le clivage schisteux est bien marqué, mais la stratification est confuse, ambiguë; les couches nous ont paru incliner au Sud.

Les mêmes roches s'observent à Stéhoux, à 2 kilomètres à l'Est, où elles ont des caractères identiques et sont employées aux mêmes usages. Ces roches ont été exploitées comme pierres de digue à Oisquercq, le long du canal de Bruxelles à Charleroi.

M. Malaise avait considéré jadis comme assise d'Oisquercq une série de roches constituées, dans la vallée de la Senne, par les schistes à dalles gris bleuâtre violacé et par des roches bigarrées. Depuis il a pu constater qu'elles ne sont que le facies d'altération des schistes, etc., aimantifères de Tubize. Elles contiennent également de l'aimant, ordinairement à l'état de cristaux négatifs, cavités octaédriques, et des traces d'*Oldhamia*.

Il avait considéré ces roches comme le facies Ouest, représenté à l'Est par les schistes noirs graphiteux de Mousty, dans la vallée de la Dyle. Mais les roches de Rippain et de Stéhoux et Oisquercq constituent la partie supérieure de l'assise de Tubize *Dv2*, tandis que les roches de l'assise de Mousty appartiennent au Revinien *Rv*.

M. Malaise donne quelques explications sur la constitution du massif cambro-silurien du Brabant. Il fait observer que nous sommes ici au Sud de l'anticlinal du Brabant constitué par les quartzites de l'assise de Blanmont, que l'on observe près de Buysinghen.

Si on se dirige au Sud de ces quartzites *Dv1*, on voit successivement l'assise de Tubize *Dv2* et l'assise des quartzophyllades de Villers *Sm1* pour le Cambrien; puis pour le Silurien, dans l'Ordovicien, les assises de Rigenée (*Llandeilo*), de Gembloux (*Caradoc*) et pour le Gothlandien les assises de Grand-Manil (*Llandovery*), etc.

Si, partant de Perwez en Brabant, on se dirige vers Gembloux et le Mazy par la vallée de l'Orneau, de même qu'en partant de Blanmont vers Ottignies, Villers, etc., on trouve la série complète du Cambrien et du Silurien.

On a pour le Cambrien les assises de Blanmont *Dv1*, de Tubize *Dv2*, de Mousty *Rv*, et pour le Silurien, dans l'Ordovicien, les assises de Rigenée (*Llandeilo*), de Gembloux (*Caradoc*), et dans le Gothlandien, les assises de Grand-Manil (*Llandovery*), de Corroy (*Wenlock*) et de Vichenet (*Ludlow*).

Les noms en italique et entre parenthèses indiquent les équivalents anglais. Pour ce qui concerne les divisions du Cambrien et du Silurien, nous nous en rapportons aux notes que nous avons publiées à ce sujet à la Société géologique de Belgique, à la Société belge de Géologie, de Paléontologie, etc., et à la note qui est insérée, en annexe, dans le texte explicatif de la planchette de Genappe.

Ceci dit, nous continuons le compte rendu de l'excursion. A Rippain, nous prenons la voie ferrée, que nous suivons jusqu'à la station de Quenast.

Nous voyons d'abord des schistes gris violacé et grisâtres, roches altérées de la partie supérieure de l'assise de Tubize *Dv2*.

On arrive à l'assise de Villers *Sm1*, quartzophyllades salmiens; le passage de *Dv2* à *Sm1* se fait d'une manière insensible.

Mais le Revinien *Rv*, assise de Mousty, que l'on trouve dans les vallées de l'Orneau et dans celles de la Dyle et de la Thyle, manque ici.

Les parties inférieures des quartzophyllades sont plus schisteuses et noirâtres : on est même à se demander si elles ne représentent pas le Revinien; mais en tout cas, cela ne ressemble nullement, comme caractères pétrographiques, aux schistes noirs graphiteux à phtanites de l'assise de Mousty.

Les quartzophyllades présentent des inclinaisons au Nord et au Sud, et dans la tranchée vis-à-vis de la station de Quenast on observe diverses ondulations ou plis, et ceux qui connaissent l'Ardenne sont frappés de la similitude des caractères des quartzophyllades salmiens du massif de Stavelot et de ceux que l'on trouve ici.

Nous arrivons aux Carrières de porphyre de Quenast, où, en attendant l'arrivée de M. Hankar-Urban, égaré à notre recherche, M. Toussaint, directeur des travaux, nous fait admirer cette magnifique et grande carrière d'environ 35 hectares et une vue d'ensemble de l'exploitation par paliers ou gradins, qui nous donne l'illusion d'un immense cirque, taillé dans la porphyrite.

A la partie supérieure, la porphyrite altérée est recouverte par l'argile yprésienne.

M. le commandant E. Mathieu, dont on connaît la compétence en

fait de roches éruptives, nous donne d'intéressantes explications sur la nature de la porphyrite, sa désagrégation, les produits de sa décomposition, d'altération et ses contacts.

Nous renvoyons à ce qui a été dit à ce sujet à la Société belge de Géologie par MM. Hankar-Urban (1), E. Mathieu (2) et moi-même (3), tant pour la carrière des porphyres de Quenast que pour les « Nouvelles carrières de porphyrite du Brabant à Quenast », sans oublier les mémoires d'A. Dumont, Ch. de la Vallée Poussin et A. Renard, MM. Cosyns et Simoens.

Dans une tranchée faite pour montrer à l'excursion du 20 avril 1910 les caractères du contact de la porphyrite de Quenast avec les roches schisteuses encaissantes du Nord, on a pu faire les observations suivantes :

Sur plusieurs mètres d'épaisseur vers le contact, la porphyrite est complètement altérée et transformée en une argile dans laquelle les feldspaths constituants de la roche se distinguent encore sous forme de mouchetures kaolineuses. Tout contre le contact, le kaolin provenant des feldspaths est pour ainsi dire accumulé en une couche de $0^{m}10$ à $0^{m}20$ d'épaisseur.

La tranchée creusée montre que la porphyrite n'est pas en contact immédiat avec les schistes siluriens au Nord; il y a intercalation de blocs de quartz blancs, dont quelques-uns de fortes dimensions, mélangés à de l'argile qui semble provenir de la porphyrite.

C'est en quelque sorte la reproduction des contacts observés par MM. Dumont, Ch. de la Vallée Poussin et A. Renard.

Il résulte des faits constatés à Quenast relativement aux rapports de contact qui existent entre les porphyrites et les roches siluriennes que, à part le contact immédiat de la Carrière du Brabant, on voit de la porphyrite fortement décomposée, transformée en une espèce d'argile, puis des blocs de quartz et de la roche altérée et, enfin, des roches siluriennes.

Nous retournons dans les bureaux de Quenast où une excellente

---

(1) Hankar-Urban, *Sur l'altération superficielle de la porphyrite de Quenast.* (Bull. Soc. belge de Géol., t. XXI, 1907, p. 270.)

(2) E. Mathieu, *Compte rendu de l'excursion du 24 avril 1910 aux Carrières de Quenast.* (Ibid., p. 197.)

(3) C. Malaise, *Les contacts du Silurien et de la porphyrite à Quenast.* (Ibid., t. XXIV, 1910, p. 49.) — C. Malaise, *Age de la porphyrite de Quenast.* (Ibid., p. 97.)

collation nous est offerte par l'Administration des Carrières de Quenast et par son aimable directeur, M. Hankar-Urban.

Au dessert, M. Ch. Barrois porte la santé de M. Hankar-Urban et fait l'éloge de la porphyrite et de son exploitation.

« Si l'on voit, dit-il, sur la Carte géologique au 40 000e, la place occupée par la porphyrite de Quenast, c'est peu de chose ; mais grâce à la bonne qualité de cette roche et à la manière intelligente dont elle est exploitée, la roche est connue dans le monde entier. »

On examine une collection recueillie à Quenast, montrant les diverses variétés de porphyrite et les nombreux minéraux que cette roche renferme, ainsi que des échantillons recueillis dans l'argile yprésienne et dans un poudingue que l'on y a rencontré.

Nous remercions M. Hankar-Urban pour sa gracieuse réception et pour les belles et bonnes choses que nous avons vues aux Carrières de Quenast.

On se rend ensuite aux « Nouvelles carrières de porphyrite du Brabant », à Quenast.

M. J. Cornet, administrateur délégué, retenu au Conseil d'administration, s'est fait excuser, et nous sommes dirigés dans l'exploitation par M. Debrou, directeur des travaux.

M. le commandant E. Mathieu donne des renseignements sur la porphyrite exploitée par paliers ou gradins et sur ses contacts avec la roche silurienne voisine.

De même qu'aux carrières précédentes, on ne voit que les contacts directs avec les roches situées au Nord. Des deux côtés, ce sont, reposant sur les quartzophyllades salmiens *Sm1*, des roches siluriennes de l'assise de Rigenée (*Llandeilo*). A Rigenée (Marbais) et à Hasquimpont (Ittre), nous y avons rencontré *Beyrichia simplex* et à Gembloux *Illænus giganteus*. Les roches sont des schistes noirâtres, noir bleuâtre, plus ou moins feuilletés, souvent pyritifères avec bancs de grès argileux. On y a fait, notamment à Pierrequette, des recherches, naturellement infructueuses, de houille.

L'accès de cette carrière est donné par une tranchée formant plan incliné, qui permet d'arriver facilement. Elle traverse les schistes gris bleuâtre noirâtre de l'assise de Rigenée et montre les relations de la porphyrite avec ces schistes, relations qui rappellent celles de la porphyrite et des schistes aux Carrières de Quenast.

Il y a ici, entre la porphyrite et les roches siluriennes, des blocs aplatis de quartz séparés des deux roches par des parties altérées ou détritiques.

Un fait des plus intéressants peut s'observer à cette Carrière des porphyres du Brabant, à droite du plan incliné dans le bas, au fond de la carrière, au Nord-Est ; c'est le contact direct de la roche silurienne encaissante avec la porphyrite, une vraie soudure des deux roches : le contact se fait par une véritable vagination, il y a pénétration réciproque de chaque roche l'une dans l'autre.

On a longuement discuté sur l'origine des quartz qu'on trouve entre la porphyrite et les schistes siluriens; sur les relations des deux roches, lorsqu'il n'y a pas soudure.

On peut dire que multiples sont les origines de ces quartz : filons quartzeux plus résistants à l'altération que la porphyrite ; fissures de retrait au moment de la consolidation ; puis filons quartzeux par ségrégation.

En quittant la carrière, on se dirige vers la station de Rebecq. Avant d'arriver au village de Rebecq, on trouve les schistes et grès argileux de l'assise de Gembloux (*Caradoc*). On laisse la station à droite et l'on prend un chemin creux qui remonte vers un moulin à vent, on voit à la base d'un talus les schistes jaune brunâtre altérés de l'assise de Gembloux (*Caradoc*), on y trouve quelques *Orthis*. On y recherche vainement la porphyrite que l'on y voyait jadis. Les talus sont recouverts d'herbes, les recherches et constatations deviennent très difficiles et il n'y a plus que le souvenir de ce que l'on y rencontrait autrefois.

On se dirige à travers champs et l'on reprend un chemin parallèle à celui que l'on vient de quitter et qui descend de la ferme de Grande-Haye à Rebecq ; ici on retrouve sur les deux bords du talus une porphyroïde identique à celle du Bois des Rocs, près Fauquez.

On reprend, à la station de Rebecq, à 4 h. 40, le train qui nous reconduit à Bruxelles.

Si le temps ne nous avait pas manqué et si, d'après le programme arrêté, on avait été reprendre le train à la station du Rognon, on aurait pu voir, dans un chemin creux, la porphyroïde fossilifère de la ferme Sainte-Catherine ; et près du point où la ligne de Quenast va rejoindre, avant la station de Rognon, la ligne de Braine-le-Comte à Enghien, une porphyroïde jadis exploitée et également fossilifère.

P. S. — M. le Prof^r M. Lohest m'a adressé une lettre qui est reproduite ci-après, en annexe à ce compte rendu d'excursion.

J'ajouterai quelques mots pour citer un fait qui appuie l'hypothèse de M. Lohest.

Lors d'une excursion faite en Esthonie, à l'occasion du Congrès

international de Géologie à Saint-Pétersbourg, nous avons vu des couches cambriennes horizontales constituées par des argiles verdâtres glauconifères, rappelant tellement le Crétacé qu'elles furent autrefois assimilées à ce terrain. Ces roches paraissent être restées avec les caractères qu'elles avaient au moment de leur dépôt.

C. Malaise.

Mon cher Malaise,

Vous avez eu la bonne idée de demander aux participants de l'excursion à Tubize de vous envoyer, par écrit, leurs observations.

Si après l'excursion il y avait eu une de ces séances du soir qu'on a cru bon, je ne sais pas trop pourquoi, de supprimer, j'aurais dit ces quelques mots :

Vous nous avez montré des couches aimantifères que vous rapportez au Devillien. C'est aussi mon avis, mais je base cette opinion sur la présence de la magnétite dans les phyllades verts, argument non décisif.

La magnétite des phyllades du Brabant m'intéresse à un autre point de vue. On trouve ce minéral dans les phyllades du massif de Rocroy, comme dans ceux du massif de Stavelot. Il ne s'agit donc pas de formation de magnétite par une cause locale, mais bien par une cause générale ayant affecté à la fois nos trois grands massifs cambriens.

Cette cause, je l'ai attribuée à ce que ces massifs étaient originairement situés très profondément dans l'écorce terrestre et n'ont été mis au jour que par les plissements et l'érosion.

On peut supposer que les phyllades devilliens ont pour origine première des argiles ferrugineuses, bien probablement des argiles glauconifères, les grains de glauconie ayant servi de centre d'attraction pour former successivement de la limonite, puis de l'oligiste, puis de la magnétite. Pendant que ces transformations s'opéraient, l'argile s'est durcie et, en passant par le schiste, s'est finalement transformée en ardoise où les clivages sont tellement développés que la stratification de la masse est fort obscure, comme nous l'avons constaté.

C'est là, pour l'origine de la magnétite, une opinion bien différente de celle qui invoquerait pour expliquer sa présence les émanations d'une roche éruptive au voisinage ou cachée dans la profondeur.

Vous avez rappelé pendant l'excursion que Dumont expliquait le métamorphisme du Brabant par la présence d'une roche plutonienne en profondeur. Mais dans quelle région du monde ne finirait-on pas par rencontrer une roche plutonienne en profondeur?

C'est pour éviter toute équivoque que je propose de désigner le métamorphisme du Brabant et de l'Ardenne sous le nom de métamorphisme de profondeur. C'est celui qui s'opère dans les couches lorsqu'elles sont enfouies sous une masse considérable de sédiments. En vertu de l'augmentation de la chaleur et de la pression, elles se comportent alors comme des substances plastiques sous l'action des efforts dynamiques (production du clivage).

Elles se trouvent également dans un milieu favorable pour les migrations des substances qu'elles renferment, les concentrations, les concrétions et la cristallisation. Tous ces phénomènes peuvent s'opérer au moyen des substances contenues soit dans la couche elle-même, soit dans d'autres couches situées au voisinage (migrations), sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir des apports d'une roche éruptive située à proximité ou en dessous. Les termes usités aujourd'hui pour désigner ce que j'entends par métamorphisme de profondeur : métamorphisme régional, plutonique, de contact, dynamique, me paraissent vagues et imprécis.

Recevez, etc.

MAX LOHEST.

DEUXIÈME NOTE

SUR LES

FOSSILES DE LA CRAIE PHOSPHATÉE DE LA PICARDIE

PAR

Maurice LERICHE
Chargé du cours de Géologie à l'Université de Bruxelles.

La Craie phosphatée de la Picardie est, comme on le sait, très fossilifère. En 1908, j'ai dressé, à la suite de l'étude des matériaux conservés dans les collections géologiques de l'Université de Lille, un catalogue des fossiles qu'elle avait fournis jusqu'alors (1). Depuis, j'ai eu l'occasion d'étudier des matériaux nouveaux, faisant partie des collections de MM. Commont, Duchaussois, Hutin, et d'examiner, en visitant les gisements, les collections locales formées par les directeurs d'exploitations (2). J'ai ainsi reconnu un certain nombre d'espèces nouvelles pour la Craie phosphatée de la Picardie, ou pour la Science.

Dans le catalogue que je dresse ici, à la suite de cette nouvelle étude, ces espèces nouvelles sont signalées d'une façon particulière (3). Les espèces figurant déjà dans la liste de 1908 sont, le plus souvent, simplement mentionnées, avec, s'il y a lieu, l'indication des localités nouvelles où elles ont été rencontrées.

---

(1) M. Leriche, *Sur les fossiles de la Craie phosphatée de la Picardie, à Actinocamax quadratus*. [Association française pour l'Avancement des Sciences. Compte rendu de la 37e session (Clermont-Ferrand). Notes et Mémoires, pp. 494-503.]

(2) Je remercie les uns et les autres de l'obligeance avec laquelle ils m'ont communiqué leurs matériaux.

(3) Par un astérisque en avant de leur numéro d'ordre.

REPTILES

1. Mosasaurus Gaudryi, Thevenin.

2. Platecarpus somensis, Thevenin.

Fragments de Chélonien et d'Ichthyoptérygien ? (d'après M. Thevenin).

Une vertèbre incomplète de Mosasauridé et des os fragmentaires de Reptiles ont été respectivement recueillis à Hallencourt (Somme) et à Templeux-le-Guérard (Somme).

POISSONS

3. Cimolichthys marginatus, Reuss.

Localités : Beauval, Hallencourt (Somme).

4. Enchodus sp.

5. Portheus sp.

6. Protosphyræna ferox, Leidy.

Localité : Hallencourt (Somme).

7. Coelodus parallelus, Dixon.

Localités : Saint-André-Farivillers [1] (Oise) ; Beauval (Somme).

*8. Edaphodon sp. (Fig. 1 dans le texte.)

Un important fragment d'une dent mandibulaire d'*Edaphodon* (fig. 1 dans le texte) fait partie de la collection de M. Duchaussois. Il est suffisant pour se faire une idée des caractères de la dent entière.

Celle-ci était épaisse et devait être assez allongée.

La face externe (fig. 1*b*) est, dans le sens transversal, convexe dans sa partie supérieure, concave dans sa partie moyenne, à peu près plane dans sa partie inférieure. Elle porte des côtes et des stries longitudinales, bien visibles dans sa partie supérieure, atténuées dans sa partie inférieure, et surtout dans sa partie moyenne.

---

[1] Gisement d'Hédencourt.

La face orale (fig. 1*a*) montre un large triturateur médian. Il ne semble pas y avoir eu plus d'un triturateur externe. Il occupe la position du triturateur postéro-externe des *Edaphodon*; il est séparé du triturateur médian par un large sillon.

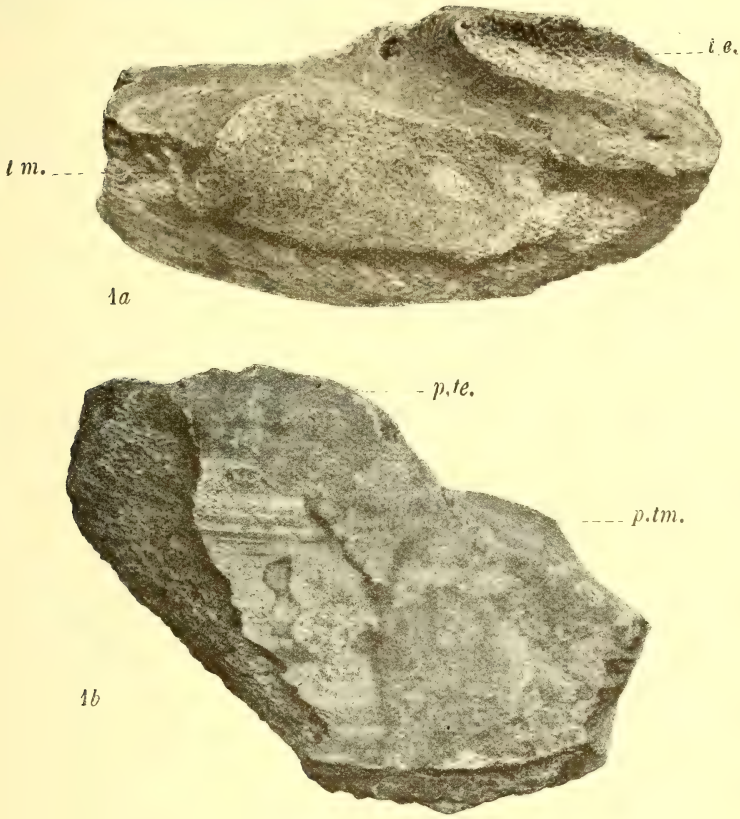


Fig. 1. — **Edaphodon** sp.

Dent mandibulaire droite, en grandeur naturelle, vue par la face orale (fig. 1*a*) et par la face externe (fig. 1*b*).

Localité : Beauval (Somme).

p. te., protubérance du triturateur externe.
p. tm., protubérance du triturateur médian.
te., triturateur externe.
tm., triturateur médian.

Si le triturateur antéro-externe a existé, il devait être situé loin en avant du triturateur médian.

La disparition de l'un des deux triturateurs externes est d'ailleurs

un fait qui a déjà été signalé chez plusieurs espèces d'*Edaphodon*. On le constate chez des formes du « Cretaceous Greensand » (Sénonien supérieur) du New-Jersey — *E. solidulus* Cope, *E. latidens* Cope — pour lesquelles Cope avait institué, en se basant sur ce caractère, le genre *Diphrissa* (1). On l'observe aussi chez *E. Reedi* E.-T. Newton (2), du Cénomanien d'Angleterre, où le triturateur externe persistant occupe la place du triturateur antéro-externe des *Edaphodon*.

L'*Edaphodon* de la Craie phosphatée de la Picardie ne semble pouvoir être rapporté à aucune des espèces connues. Il ne pourra cependant être caractérisé spécifiquement que sur des restes plus complets que celui qui vient d'être décrit.

Localité : Beauval (Somme).

9. Oxyrhina Mantelli, L. Agassiz.

Localités : Saint-André-Farivillers (Oise); Hallencourt (Somme).

10. Oxyrhina acuminata, L. Agassiz.

Localités : Saint-André-Farivillers (Oise); Hallencourt (Somme).

11. Oxyrhina angustidens, Reuss.

Localités : Beauval, Hallencourt (Somme).

12. Lamna appendiculata, L. Agassiz.

Localités : Hardivillers, Saint-André-Farivillers (Oise); Crécy-en-Ponthieu, Hallencourt (Somme).

13. Lamna serrata, L. Agassiz.

14. Lamna venusta, Leriche.

Localités : Beauval, Hallencourt (Somme).

15. Lamna arcuata, A.-Smith Woodward.

16. Odontaspis macrorhiza, Cope.

Localités : Saint-André-Farivillers (Oise); Hallencourt (Somme).

17. Odontaspis gigas, A.-Smith Woodward.

Localité : Hallencourt (Somme).

---

(1) E. D. Cope, *The Vertebrata of the cretaceous formations of the West* (Report of the United States Geological Survey, vol. II), p. 283; 1875.

(2) E. T. Newton, *The Chimæroid Fishes of the British Cretaceous Rocks* (Memoirs of the Geological Survey of the United Kingdom, monograph IV), p. 20; 1878.

18. Scapanorhynchus rhaphiodon, L. Agassiz.

Localités : Hardivillers, Saint-André-Farivillers (Oise); Crécy-en-Ponthieu (Somme).

19. Scapanorhynchus (?) subulatus, L. Agassiz.

Localité : Hallencourt (Somme).

20. Synechodus sp.

21. Corax pristodontus, L. Agassiz, prémutat. Kaupi, L. Agassiz.

Localités : Hardivillers, Saint-André-Farivillers (Oise); Crécy-en-Ponthieu, Hallencourt (Somme).

22. Pseudocorax affinis, L. Agassiz, prémutat. lævis, Leriche.

Localités : Beauval, Hallencourt (Somme).

23. Ptychodus polygyrus, L. Agassiz, var. marginalis, L. Agassiz.

24. Ptychodus mammillaris, L. Agassiz.

25. Ptychodus latissimus, L. Agassiz.

CIRRHIPÈDES

26. Scalpellum maximum, Sowerby.

Localités : Hargicourt (Aisne); Beauval, Hallencourt (Somme).

*27. Scalpellum fossula, Darwin.
Tergum et scutum.

Localités : Hargicourt (Aisne); Templeux-le-Guérard (Somme).

28. Scalpellum gallicum, Hébert.

Localité : Hallencourt (Somme).

29. Pollicipes glaber, F.-A. Rœmer.
Tergum.

Localité : Templeux-le-Guérard (Somme).

CÉPHALOPODES

30. Actinocamax quadratus, de Blainville.

Localité : Hallencourt (Somme).

31. Actinocamax granulatus, de Blainville.

32. Actinocamax verus, Miller.

Localité : Hallencourt (Somme).

33. Actinocamax Grossouvrei, Ch. Janet (Pl. I, fig. 1).

J'ai complété, dans ma note de 1908, la diagnose de cette rare et belle espèce, d'après un rostre bien conservé, provenant de la Craie phosphatée de Ribemont (Aisne) et faisant partie des collections géologiques de l'Université de Lille (Musée Gosselet) (1). La réduction que l'on a fait subir, à mon insu, aux figures représentant ce rostre ont atténué, dans ces figures, les caractères de celui-ci. C'est pour obvier à cet inconvénient que je reproduis à nouveau ce rostre, sous ses divers aspects et en grandeur naturelle (Pl. I, fig. 1).

Cette espèce a été récemment signalée en Angleterre, à la base de la Craie à *Micraster cor anguinum* (2). Elle présente donc une extension verticale relativement considérable, puisqu'elle traverse toute l'assise à *M. cor anguinum* — y compris la zone à Marsupites, d'où provient le type — pour s'éteindre, semble-t-il, dans l'assise à *Actinocamax quadratus*.

*34. Actinocamax Hutini nov. sp. (Pl. I, fig. 2).

La collection Hutin renferme un rostre d'*Actinocamax* qui indique la présence, dans la Craie phosphatée de la Picardie, d'une espèce bien différente de celles connues jusqu'ici de la Craie supérieure.

Ce rostre (Pl. I, fig. 2) est court, épais et conique. Sa pointe est cassée, mais, près de la section, on voit (fig. 2*b*) les bords dorsal et ventral quitter leur direction générale et se redresser pour former probablement un mucron à base très large.

---

(1) M. Leriche, *Loc. cit.*, p. 498, fig. 1 (a-d).

(2) G.-C. Crick, *Note on a Rare Form of Actinocamax (A. Grossouvrei) from the Chalk of Yorkshire.* (The Naturalist, 1906, p. 155, pl XVI.)

Les deux sillons dorso-latéraux sont très larges et assez profonds ; ils s'atténuent rapidement vers la pointe et disparaissent avant de l'avoir atteinte. Ils donnent à la partie antérieure du rostre une section subtriangulaire (fig. 2*d*).

Un sillon très étroit, superficiel et légèrement flexueux, court parallèlement à chaque sillon dorso-latéral et du côté ventral. Ces deux petits sillons sont analogues à ceux que l'on observe chez *Actinocamax quadratus*, *A. granulatus* et *A. westphalicus*.

La surface du rostre paraît lisse. On distingue cependant à la loupe de très fines stries longitudinales. Quelques cannelures obsolètes et irrégulières s'observent vers la pointe.

L'extrémité de l'alvéole est seule conservée. Ce qui reste de celle-ci suffit pour montrer qu'il ne s'agit pas de l'extrémité postérieure d'un rostre allongé, mais d'un rostre à peu près complet, dont la physionomie est si particulière qu'on peut, sans hésiter, le regarder, malgré son imperfection, comme le type d'une espèce nouvelle, *Actinocamax Hutini*.

A. Hutini est ainsi caractérisé par sa forme très courte et trapue, et par ses sillons dorso-latéraux très larges. Ces caractères le différencient nettement de tous les *Actinocamax* connus.

Localité : Hargicourt (Aisne).

35. Pachydiscus leptophyllus, Scharpe.

36. Baculites sp.

37. Nautilus sp. [peut-être *N. Sowerbyi*, d'après M. Thevenin (1)].

Localité : Eclusier-Vaux (2) (Somme).

GASTROPODES

M. Thevenin a cité d'Eclusier-Vaux des moules internes de Gastropodes, qu'il a rapportés aux genres *Cerithium*, *Rostellaria*, *Pleuroto-*

---

(1) A. Thevenin, *Mosasauriens de la craie grise de Vaux-Eclusier, près Péronne.* (Bulletin de la Société géologique de France. 3e sér., t. XXIV, 1896, p. 912.)

(2) Par suite de l'initiative regrettable d'un employé, les deux mots qui composent le nom d'Eclusier Vaux ont été intervertis dans ma note de 1908, dans les listes de localités, à partir du n° 17 (p. 496). (Voir la note infrapaginale 4 de la page 495 de ladite note.)

maria [1]. Il attribue même l'un de ces *Pleurotomaria* à *P. distincta*.

Des moules internes de Gastropodes ne sont pas rares, en effet, dans la Craie phosphatée de la Picardie. Mais tous ceux que j'ai examinés jusqu'ici étaient génériquement indéterminables.

SCAPHOPODES

*38. Dentalium sp.

Ce genre est représenté, dans les nouveaux matériaux étudiés, par une coquille incomplète, dont la face externe est ornée de petites côtes longitudinales.

Localité : Orville (Pas-de-Calais).

PÉLÉCYPODES

39. Radiolites sp. (Fig. 2 dans le texte).

Un important fragment de *Radiolites* (fig. 2 dans le texte), qui m'a été communiqué par M. Commont, indique la présence, dans la Craie

Fig. 2. — **Radiolites** sp.

Échelle : 1/3. — *Localité :* Marcheville (Somme).

---

[1] A. Thevenin, *Loc. cit.*, p. 912.

phosphatée de la Picardie, d'une des plus grandes espèces du genre. Ce *Radiolites* est caractérisé par la grande expansion de ses lames externes, qui sont très minces et très serrées. Sous le nom de *Radiolites Mortoni*, Dixon [1] a figuré plusieurs coquilles de *Radiolites*, de la Craie d'Angleterre. L'une d'elles (fig. 5 de Dixon) a la plus grande analogie avec le *Radiolites* de la Craie phosphatée de la Picardie.

Localité : Marcheville (Somme).

40. Teredo sp.

*41. Lucina sp.

On trouve assez fréquemment, dans la Craie phosphatée, des moules internes d'une Lucine, dont la forme générale devait être à peu près celle de *Lucina tenera* Sowerby [2], du Gault.

Localités : Hargicourt, Villeret (Aisne); Orville (Pas-de-Calais); Beauval, Hallencourt, Templeux-le-Guérard (Somme).

*42. Pteria (Oxytoma) tenuicostata, F.-A. Rœmer.

Cette espèce semble caractériser, dans le Hanovre, en Angleterre et dans le Bassin de Paris, l'assise à *Actinocamax quadratus*. Je l'ai recueillie à Hargicourt, à la base de la Craie phosphatée.

43. Inoceramus sp.

Dans toutes les collections que j'ai étudiées, le genre *Inoceramus* n'était représenté que par des fragments de coquilles spécifiquement indéterminables. M. Thevenin [3] a toutefois rapporté à *I. alatus* Munster et à *I. Mantelli* de Mercey des fragments provenant d'Eclusier-Vaux.

*44. Spondylus spinosus, Sowerby.

Localité : Marcheville (Somme).

*45. Spondylus latus, Sowerby.

Localité : Hargicourt (Aisne).

*46. Pecten (Chlamys) cretosus, Defrance.

Localité : Beauval (Somme).

---

(1) F. Dixon, *The Geology of Sussex*, p. X, 354 (2e édition, 1878, p. 441), pl. XXVI, fig. 1-5; 1850.

(2) Voir les figures de cette espèce données par H. Woods [*A Monograph of the Cretaceous Lamellibranchia of England* (Palæontographical Society, vol. LXI, 1907), vol. II, p. 154, pl. XXIV, fig. 10-14].

(3) A. Thevenin, *Loc. cit.*, p. 913.

47. Ostrea (Alectryonia) semiplana, Sowerby.

Le support sur lequel est fixée la coquille est presque toujours un corps allongé et cylindrique. Plusieurs individus, provenant d'Hargicourt (Aisne), sont attachés à des supports plans (plaques d'Inocérames, fragments d'Eponges) et par une large surface. Ils présentent alors le facies *O. hippopodium*.

*48. Ostrea (Exogyra) canaliculata, Sowerby.

Localités : Hargicourt, Villeret (Aisne); Templeux-le-Guérard (Somme).

*49. Ostrea (Pycnodonta) vesicularis, Lamarck.

Les exemplaires de la Craie phosphatée de la Picardie sont de petite taille.

Localités : Hargicourt (Aisne); Beauval (Somme).

BRACHIOPODES

*50. Kingena lima, Defrance.

Localités : Hargicourt (Aisne); Templeux-le-Guérard (Somme).

*51. Terebratulina chrysalis, Schlotheim (= T. striata, Wahlenberg).

Localités Hargicourt (Aisne); Templeux-le-Guérard (Somme).

52. Rhynchonella plicatilis, Sowerby.

Localité : Marcheville (Somme).

M. Thevenin [1] a signalé cette espèce (avec *Terebratula carnea* Sowerby) à Eclusier-Vaux (Somme).

a) var. Woodwardi, Davidson.

Localités : Hargicourt (Aisne) (à la base de la Craie phosphatée); Crécy-en-Ponthieu (Somme).

ÉCHINODERMES

53. Echinocorys vulgaris, Breynius.

a) var. scutatus, Leske.

b) var. striatus, Lamarck.

Localité : Templeux-le-Guérard (Somme).

---

[1] A. Thevenin, *Loc. cit.*, p. 913.

54. Offaster pilula, Lamarck.

*55. Cyphosoma sp.

Un fragment de radiole.

Localité : Hargicourt (Aisne).

56. Cidaris sceptrifera, Mantell.

Les *Cidaris* de la Craie phosphatée de la Picardie ne sont guère connus que par leurs radioles. Les radioles de *C. sceptrifera* sont de beaucoup les plus communs.

Localités : Beauval, Hallencourt, Templeux-le-Guérard (Somme).

57. Cidaris subvesiculosa, d'Orbigny.

58. Cidaris pseudo-hirudo, Cotteau.

Localités : Hargicourt (Aisne); Templeux-le-Guérard (Somme).

59. Cidaris perornata, Forbes.

Localités : Hargicourt (Aisne); Templeux-le-Guérard (Somme).

60. Cidaris veromanduensis [1] nov. sp.

J'ai figuré, en 1908, un radiole incomplet [2], dont la forme générale paraît avoir été celle des radioles de *Cidaris sceptrifera*, mais dont l'ornementation est toute différente. Sa surface est couverte de petits tubercules épineux, disposés suivant des lignes flexueuses.

Ne possédant alors que ce seul radiole, je me suis borné à le désigner sous le nom de *Cidaris* sp., ne pouvant décider s'il appartenait à une espèce nouvelle ou s'il devait être regardé comme une forme anormale d'une espèce connue.

Depuis, j'ai observé d'assez nombreux radioles analogues, malheureusement toujours incomplets, provenant des gisements de l'Aisne et de la Somme.

Ces radioles se distinguent toujours nettement des radioles de *C. sceptrifera* par leurs tubercules plus petits, plus comprimés, disposés en lignes beaucoup moins régulières, plus ou moins flexueuses, plus serrées et par suite plus nombreuses. Leur ornementation les distingue aussi facilement des radioles de *Cidaris pseudo-hirudo*, espèce à laquelle

---

[1] De Vermandois, ancien pays de la Picardie.

[2] M. Leriche, *Loc. cit.*, p. 500, fig. 2 dans le texte.

M. Lambert [1] serait assez tenté de rapporter le radiole que j'ai signalé en 1908.

Je pense que l'on peut regarder ces radioles de la Craie phosphatée de la Picardie comme ceux d'une espèce nouvelle, *C. veromanduensis*.

Localités : Croix-Fonsomme, Fontaine-Uterte, Hargicourt, Villeret (Aisne); Templeux-le-Guérard (Somme).

*61. Cidaris (Tylocidaris) clavigera, Kœnig.

Localités : Hargicourt (Aisne); Templeux-le-Guérard (Somme).

ANNÉLIDES

*62. Terebella phosphatica nov. sp. (Pl. I, fig. 3; fig. 3 dans le texte).

On rencontre assez fréquemment, dans la Craie phosphatée, des tubes contournés (Pl. I, fig. 3; fig. 3 dans le texte) dont le diamètre, à l'intérieur, ne dépasse guère 4 millimètres. Les parois de ces tubes sont formées par des grains de phosphate de chaux agglutinés, auxquels s'ajoutent parfois des coquilles de Foraminifères et de petits fragments de test d'Inocérames et de dents de Poissons.

Fig. 3. — **Terebella phosphatica**, Leriche recouvrant un bloc de craie phosphatée.

Grandeur naturelle. — *Localité :* Templeux-le-Guérard (Somme).

Collection Hutin, à Prémont (Aisne).

---

[1] J. Lambert. (Revue critique de Paléozoologie, vol. XIV, 1910, p. 52.)

Ces tubes ont une structure tout à fait comparable à celle du tube des Térébelles. Les grains de phosphate dont ils sont formés jouent le rôle des grains de sable dans le tube des Térébelles actuelles.

Localités : Croix-Fonsomme [1], Etaves, Hargicourt, Villeret (Aisne); Hem-Monacu, Templeux le-Guérard (Somme).

*63. Serpula lituitis, Defrance (= S. ampullacea, Sowerby) [2].

Localités : Hargicourt (Aisne); Beauval, Hallencourt, Templeux-le-Guérard (Somme).

POLYPIERS

*64. Caryophyllia Tennanti, Duncan.

Localités : Hargicourt (Aisne); Templeux-le-Guérard (Somme).

*65. Parasmilia centralis, Mantell.

Localité : Hem-Monacu (Somme).

*66. Coelosmilia laxa, H. Milne-Edwards et Haime.

Localité : Templeux-le-Guérard (Somme).

SPONGIAIRES

67. Ventriculites angustatus, F.-A. Rœmer.

Localités : Fontaine-Uterte, Hargicourt (Aisne).

FORAMINIFÈRES

Les préparations microscopiques de la Craie phosphatée de la Picardie montrent des sections de coquilles de *Cristellaria*, de *Globigerina*, de *Rotalia* et de *Textularia*.

---

(1) Gisement de Méricourt.

(2) A. Peron, *Notes pour servir à l'histoire du Terrain de Craie dans le Sud-Est du Bassin anglo-parisien*. (Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne, t. XLI, 2e part., Sciences natur., p. 274; 1887.)

VÉGÉTAUX

68. Cycadeoidea arida-gamantiensis, Leriche.

Conclusions.

Les progrès de nos connaissances sur la faune de la Craie phosphatée de la Picardie ne font que corroborer les résultats auxquels j'étais arrivé en 1908 (1) :

La Craie phosphatée de la Picardie possède, sur toute son épaisseur, une faune uniforme. Ses fossiles sont ceux d'un dépôt effectué dans une mer peu profonde, à proximité d'un rivage.

---

(1) M. Leriche, *Loc. cit.*, pp. 502-503.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I

Fossiles de la Craie phosphatée de la Picardie, a *Actinocamax quadratus*.

Fig. 1. — **Actinocamax Grossouvrei**, Ch. Janet.

1*a*. Rostre vu par la face ventrale.

1*b*. Le même, vu de profil, pour montrer le sillon dorso-latéral droit (le côté ventral est à droite).

1*c*. Le même, vu par la face dorsale.

1*d*. Le même, vu par la face alvéolaire.

Localité : Ribemont (Aisne).

Fig. 2. — **Actinocamax Hutini**, Leriche.

2*a*. Rostre vu par la face ventrale.

2*b*. Le même, vu de profil, pour montrer le sillon dorso-latéral gauche (le côté ventral est à gauche).

2*c*. Le même, vu par la face dorsale.

2*d*. Le même, vu par la face alvéolaire.

Localité : Hargicourt (Aisne).

Type : Collection Hutin, à Prémont (Aisne).

Fig. 3. — **Terebella phosphatica**, Leriche.

Etui formé de grains de phosphate de chaux.

Localité : Templeux-le-Guérard (Somme).

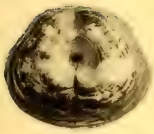
Type : Collection Hutin.

Toutes les figures sont en grandeur naturelle.

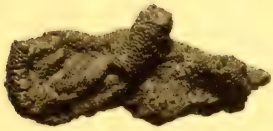
1a

1b

1c



1d



3

2d

2a

2b

2c

M. Leriche. — Fossiles de la Craie phosphatée de la Picardie

COMPTE RENDU

DE LA

SESSION EXTRAORDINAIRE

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

ET DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE

tenue à Arlon et à Florenville, du 16 au 20 septembre 1911

PAR

A. JÉROME
(Excursions des 16, 17, 18 et 19 septembre)

P. FOURMARIER
(Excursion du 20 septembre et compte rendu des séances)

ET

V. DONDELINGER
(Excursion aux minières de Rodange)

PLANCHES II A IV.

La session extraordinaire a été tenue en commun avec la Société géologique de Belgique.

Les personnes suivantes y ont pris part : MM. H. BARLET, P. FOURMARIER, L.-C.-A. LEGRAND, A. LEMONNIER, M. LERICHE, M. LOHEST, C. MALAISE, P. QUESTIENNE, G. UHLENBROECK, membres des deux Sociétés;

MM. A. HEGENSCHEIDT, A. JÉROME, G.-T. PAQUET, I. TEIRLINCK, membres de la Société belge de Géologie ;

MM. J. ANTEN, R. ANTHOINE, A. DELOGE, L. DEMARET, H. DERAUW, M.-V. DONDELINGER, ED. LIAGRE, D. MARCOTTY, J. VRANCKEN, membres de la Société géologique de Belgique.

Les personnes suivantes, étrangères aux deux Sociétés, ont également suivi les travaux de la session :

MM. BURTON, R.-C., geologist, B. Sc. F. G. S., à Liége, Paul CHAUDOIR, étudiant, à Liége, L. CORNU, ingénieur principal des Ponts

et Chaussées, président de la Société géologique du Luxembourg, à Arlon; Paul Devivier, étudiant, à Liége; Ed. Grégorius, docteur en médecine, à Arlon; Galvanowsky, ingénieur, à Liége, Albert Lassine, ingénieur aux chemins de fer de l'État, à Namur; Charles Lemaire, ingénieur aux chemins de fer de l'État, à Arlon; Carlos Verlinden, commissaire voyer, à Arlon.

MM. Cuvelier, Greindl, Hallet, J. Libert, G. Matthew, Mourlon, Rutot, L. de Dorlodot, Bertiaux, Neefs s'excusent de ne pas pouvoir prendre part à la session.

Excursion du samedi 16 septembre.

Les facies du Virtonien des environs d'Arlon.

Pénétrant dans la gare d'Arlon par l'entrée des ateliers, nous nous dirigeons vers l'Est, en longeant la remise des locomotives, et derrière les rames de wagons s'offre à nous du côté Nord une superbe coupe du Virtonien inférieur qu'une nombreuse équipe d'ouvriers est en train d'entailler.

Les assises consistent en couches de marne noire, alternant avec des bancs de calcaire argilo-sableux épais très délitables.

Les excursionnistes ont ramassé de nombreuses *Gryphæa cymbium,* plus larges et plus longues que *Gryphæa arcuata,* moins arquées et dépourvues du sillon latéral caractéristique que présentent ces dernières.

Les bancs ont une allure très régulière et un pendage Sud-Est dont M. Questienne a déterminé sur-le-champ la valeur (= 4°,5). Cette direction Sud-Est de l'inclinaison des couches diffère de l'inclinaison Sud ou Sud-Ouest du lias inférieur dans la région, ce qui est en concordance avec le mouvement de bascule que subit la mer du bassin de Paris à l'époque du Sinémurien supérieur (marnes de Strassen) et du Virtonien inférieur, mouvement qui sera signalé plus loin.

Les couches de marne et les bancs de calcaire supérieurs sont gris jaunâtre par altération : la teinte noir bleuâtre des calcaires s'observe dans la partie centrale des blocs cassés, la couleur primitive des marnes, dans la partie médiane des assises.

Au niveau du rail, un banc épais de 1 mètre environ, plus gréseux, semble être la continuation d'une couche sableuse qui s'épanouit vers l'Ouest.

C'est à la longitude d'Arlon, en effet, que s'effectue le passage du facies marneux à l'Est au facies sableux à l'Ouest.

La légende de la Carte au 40 000e, sous l'inspiration de Dewalque et Dormal, note le Virtonien inférieur *Vra* et distingue :

Vra^{s} (1) (sable et grès de Virton),
Vra^{m} (marne sableuse de Hondelange).

Mais sur la feuille Habay-Arlon, il n'y a que deux points d'observations notés *Vra*^{m}, et ils sont à l'Ouest d'Arlon, alors que le facies marneux se développe à l'Est ! Dans la région d'Autel, voisine de Hondelange, où le facies marneux a son développement maximum, pas un seul *Vra*^{m} ! Il y a là un manque évident d'exactitude dans l'observation. L'erreur provient d'ailleurs en partie de ce que Dewalque a noté les marnes inférieures *Vra*^{m} comme marnes de Strassen à gryphées arquées (*Snbm*).

L'étude prolongée et serrée que nous avons faite de la région nous a amené à distinguer, à proximité d'Arlon, deux niveaux de *Vra*^{s} que nous notons *Vra*^{si} (Virtonien sableux inférieur) et *Vra*^{ss} (Virtonien sableux supérieur), le premier formé de sable et grès calcareux, le second de sable sans grès, du moins dans le haut, et ayant une teneur à peu près nulle en calcaire.

De même, nous divisons *Vra*^{m} en :

Vra^{ms} (marnes de Hondelange supérieures),
Vra^{mm} (marnes de Hondelange moyennes),
Vra^{mi} (marnes de Hondelange inférieures).

Les relations entre les divers facies avant la faille Wolkrange-Arlon devaient être telles que les représente la coupe schématique suivante :

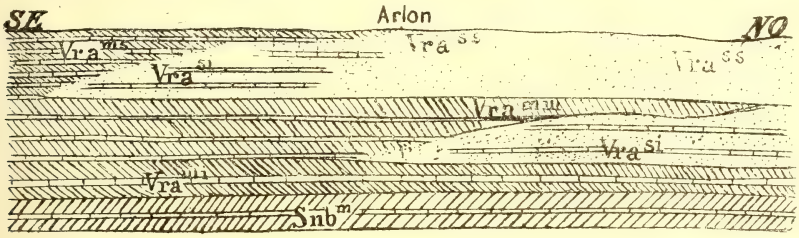


Fig. 1. — Coupe montrant les relations des facies de *Vra* avant la faille de Wolkrange-Arlon.

(1) La légende de la feuille 219 porte, par suite d'erreur typographique sans doute : « Schiste et grès de Virton ».

Ainsi les facies sableux et marneux se pénétraient et se terminaient l'un dans l'autre en biseaux.

La faille a modifié ces relations comme l'indique la figure suivante :

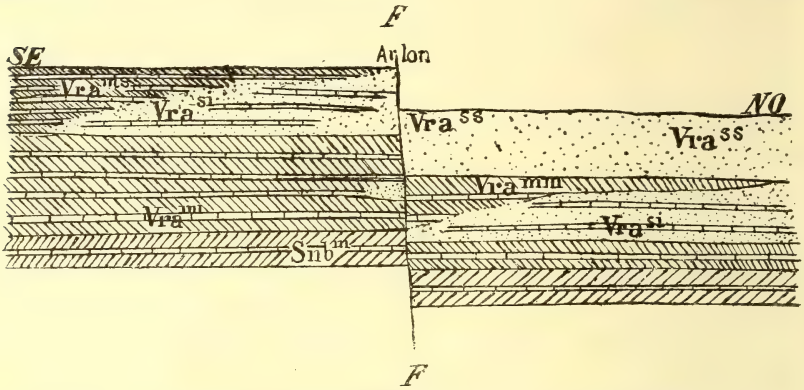


Fig. 2. — La coupe précédente, après la faille, abstraction faite des éboulis et des effets de la dénudation.

Après ces observations, nous traversons les voies ferrées et remarquons, sur le flanc Sud de la tranchée, les mêmes assises dans une coupe datant d'une dizaine d'années : là les bancs en saillie sont fortement altérés, désagrégés dans la partie supérieure en plaquettes parallèles à la stratification.

En nous dirigeant ensuite vers l'Ouest et en nous plaçant sur le chemin de Sesselich, un peu au Nord de l'embranchement qui se détache vers Weyler, nous voyons à droite lorsque nous sommes tournés vers le Sud, des affleurements bien apparents de *Vra*^{ss} avec couverture de *Vrb,* au niveau de la tranchée du chemin de fer que nous venons de quitter, dont les couches de *Vra*^{mi} sont surmontées au Sud de *Vra*^{ss}, visible dans une sablonnière que nous avons vue en passant.

Au point précis où nous nous plaçons, nous sommes sur le passage de la faille de direction Nord-Sud, passant à l'Ouest de l'église Saint-Donat et suivant à peu près le chemin de Sesselich jusqu'à la chapelle Saint-Antoine.

Continuant notre promenade vers l'Ouest, nous arrivons aux carrières de sable de Schoppach, qui nous présentent leur escarpement vertical, à quelques mètres au Sud de la route d'Arlon-Virton.

La couverture est constituée de 1 mètre environ d'argile schistoïde d'Ethe (*Vrb*) altérée, ayant à la base un banc argilo-sableux empâtant

des plaquettes de grès ferrugineux. Les sables sont donc à la partie supérieure de *Vra*. Des diaclases les recoupent dans diverses directions; sur les parois de certaines d'entre elles, mises à nu par les progrès de l'exploitation, on observe de véritables placages noirs de pyrolusite.

Dans les carrières de Schoppach, on peut très bien faire les observations que nous avons consignées dans notre texte explicatif du levé géologique de la planchette d'Arlon et que nous reproduisons ci-dessous :

Vra^{ss}. — Au-dessus du *Vra*^{mm}, à l'Ouest et au Nord d'Arlon, s'observent des sables sans grès *Vra*^{ss}, qui ont une puissance d'une quarantaine de mètres aux buttes de Stockem, un peu moindre au Nord de Freylange et se retrouvent sous *Vra*^{ms} et *Vrb* à Toernich et plus au Sud. Ce sable sans grès est remarquable aussi par l'absence de calcaire; les eaux qui en sortent et qui alimentent le village de Stockem et la gare d'Arlon n'ont que 3 ou 4 degrés hydrotimétriques; même observation pour les eaux du puits de la propriété du bois d'Arlon où l'on a creusé 10 mètres dans le schiste d'Ethe, 25 mètres dans le sable.

Il est, dans la partie Sud-Ouest de la planchette, recouvert par *Vrb* ou le limon caillouteux et ferrugineux du Hirtzenberg; en d'autres endroits encore, particulièrement entre Bonnert et Arlon, par un mince dépôt limoneux ferrugineux.

Là où existe une couverture ferrugineuse qui n'est pas trop épaisse pour qu'elle puisse être traversée par les eaux météoriques, la partie supérieure des sables présente des linéoles ou marbrures rougeâtres ou jaunâtres à allure souvent horizontale qui fait penser tout d'abord à une série de strates de couleurs différentes; mais une observation plus attentive, une constatation de l'allure irrégulière des linéoles, font rejeter cette interprétation.

La véritable explication nous paraît être la suivante : les eaux météoriques descendent acidifiées par le gaz carbonique ou les acides humiques à travers la couverture et se chargent de sels de fer, pénètrent dans le sable qu'elles humectent à une profondeur plus ou moins grande, variant avec l'abondance des précipitations. Ces sables constituent des *terrains perméables en petit,* suivant l'expression de M. René d'Andrimont [1].

---

[1] René d'Andrimont, *La science hydrologique, ses méthodes, ses récents progrès, ses applications.* (Revue universelle des mines, de la métallurgie, etc., mai 1906, pp. 158 et 169.)

L'eau y descend lentement, non par capillarité, mais *à l'état superficiel*, c'est-à-dire que la surface libre des grains est enduite d'une pellicule d'eau extrêmement mince, qui fait corps avec elle [1]. Une grande partie de l'eau qui les pénètre n'atteint pas la nappe aquifère sous-jacente; au contraire, dans l'intervalle des précipitations, pendant la belle saison particulièrement, elle remonte appelée par l'évaporation qui se produit à la surface du sol. L'eau qui remonte en vapeurs dépose au contact des grains de sable des sels de fer qui, décomposés, donnent l'hydroxyde de fer. Cet hydroxyde n'est donc pas généralement dû à la transformation des éléments constitutifs des sédiments, à moins que le sable ne soit glauconieux, ce qui n'est pas le cas dans la région ; c'est un apport par l'infiltration des eaux, suivi d'un dépôt, d'un rappel du dissolvant vers la surface et d'une décomposition du dépôt.

Faut-il supposer que l'infiltration se fait latéralement suivant des fissures ayant l'allure des linéoles? L'existence de ces fissures n'est pas admissible. L'infiltration se fait donc verticalement. Comment dès lors expliquer l'alternance des sables blancs et des bandes brunâtres chargées de fer?

Très simplement, si l'on admet, ce que vérifie d'ailleurs l'analyse mécanique, que les sables ne sont pas homogènes, mais comprennent des couches renfermant des quantités inégales d'éléments fins particulièrement argileux.

Nous avons fait à ce sujet et à diverses reprises une expérience très simple. Ayant superposé dans un entonnoir en verre, dont le fond est bouché par un tampon d'ouate, des couches de sable pur et de sable mêlé d'éléments argileux, nous avons arrosé la surface d'une certaine quantité d'eau qui pénétrait plus ou moins profondément selon que l'arrosage était plus ou moins abondant, sans que jamais la quantité fût assez grande pour atteindre le fond ; nous avons laissé entre les arrosages un temps suffisant pour que l'eau s'évapore entièrement. Les strates formées de sable mélangé d'éléments fins s'accusaient très nettement au bout d'un certain temps par une teinte beaucoup plus sombre. Cela se présentait lorsque le sable à gros grains était desséché, tandis que les couches à éléments fins étaient encore humides, et nous constations ainsi que les dernières retenaient l'eau beaucoup plus longtemps que les premières.

---

[1] Voir note page 317.

Quand les unes et les autres étaient également séchées ou mouillées, la distinction se faisait beaucoup moins. Cette simple expérience montre que dans les couches de sables présentant des éléments fins en plus grande quantité, l'eau d'infiltration et d'évaporation séjourne plus longtemps; si cette eau entraîne des sels de fer, c'est dans ces couches qu'il se déposera de préférence, de sorte que les bandes brunes sont tout simplement des couches renfermant en plus grande quantité des éléments fins dans lesquelles les eaux ont déposé leurs sels de fer par suite d'un séjour plus prolongé. Ces alternances, qui se rencontrent si souvent dans les couches supérieures de *Vra*^{ss}, s'observent aussi dans des sédiments de diverses époques géologiques. La même explication leur est applicable, à notre avis, si les sables ne sont pas glauconieux.

A des niveaux différents, mais le plus souvent à la partie supérieure de l'assise, on observe assez fréquemment, dans la coupe des sablonnières, des bancs de grès ferrugineux brun-noir, très dur, formé de grains de quartz agglutinés par la limonite. Ces bancs ont une épaisseur variant de 5 à 20 centimètres. Il y a aussi des lames minces de même composition, mais plus irrégulières d'allure, n'ayant que quelques millimètres d'épaisseur. Une fois formées, elles constituent un écran imperméable aux eaux d'infiltration et délimitent alors nettement une zone supérieure à sables jaunes et une zone inférieure plus claire ou blanchâtre. On observe aussi dans les couches supérieures des blocaux ferrugineux ou des plaquettes paraissant provenir de bancs désagrégés. Par places, le sol est jonché de ces blocaux ou de cailloux tantôt anguleux, tantôt arrondis; parfois aussi, on observe un vrai conglomérat constitué des mêmes débris et formant la base de la couverture limoneuse qui s'étend sur l'assise.

Ces bancs de grès ferrugineux ne constituent pas une assise distincte, mais un produit d'infiltration comme les linéoles rouge-brun avec abondance plus grande de dépôts d'oxyde de fer. Ils n'offrent d'ailleurs aucune continuité et présentent assez souvent, au lieu d'une direction plane, une surface supérieure concave. Parfois ils sont remplacés par de véritables lentilles creuses remplies de sable jaune. Traités par l'acide chlorhydrique bouillant, ils lui abandonnent l'oxyde de fer et laissent comme résidu des grains de quartz blanc.

Utilisation de Vra^{ss}. — Le sable virtonien est employé à la fabrication du mortier, en mélange avec la chaux, pour le pavage; on en expédie en grande quantité, une trentaine de wagons par jour, dans les usines métallurgiques du département de Meurthe-et-Moselle où on l'utilise à divers usages; les principales exploitations sont

autour d'Arlon, à Schoppach, le long du vicinal d'Ethe, sur le chemin de Bonnert.

Des carrières de Schoppach nous passons à la carrière Barnich, à l'Est du vicinal Arlon-Ethe, auquel elle est raccordée.

Ici le sable n'est que partiellement recouvert par l'argile schistoïde d'Ethe altérée (photo 1).

Là où la couverture manque, on remarque la formation de tuf humique : du sable blanc au-dessus par lavage, du sable jaune en dessous; les deux sont séparés par une bande noire de quelques centimètres d'épaisseur de tuf à allure très irrégulière, avec de nombreuses apophyses saillant vers le bas. Cette formation est identique à celle qui existe en Campine et qu'a décrite avec beaucoup de détails M. Bradfer dans le *Bulletin de la Société belge de Géologie.*

Dans la carrière Barnich, le sable paraît plus compact qu'à Schoppach, les diaclases très rares, l'infiltration ferrugineuse moins prononcée, mais les marbrures rouges sont plus régulières; on n'y voit pas de grès ferrugineux, ni en plaques épaisses, ni en minces lamelles.

Le bas de l'escarpement sableux est nettement dépourvu de marbrures brunâtres.

A un certain niveau assez bas, M. Lohest fait remarquer une série de nodules teintés par l'hydroxyde de fer, entourés d'une sorte de carapace rose violacé.

Cette disposition lui fait présumer que toute la masse de sable a été primitivement colorée en jaune brunâtre; que la grande masse de sable a été lavée et que les rognons restant colorés sont des témoins de la roche primitive qui ont échappé au lavage général grâce à leur carapace protectrice. Nous nous rallions à cette interprétation, en admettant toutefois ce que M. Lohest admet : que les bandelettes colorées du dessus sont dues à un phénomène d'infiltration ultérieur. La coloration rose violacé me paraît due à un silicate de Mn.

Quittant la carrière Barnich, nous nous dirigeons vers les Buttes de Stockem, en traversant une région dont le modelé ressemble d'une manière frappante à celui de nos dunes littorales : des croupes mamelonnées de hauteur variable alternant avec des dépressions (pannes) orientées de toutes les façons. La constitution lithologique : du sable blanc, un peu jaunâtre, pas le moindre rognon de grès, pas le moindre fossile, pas de calcaire, les eaux qui les traversent sont douces.

Notre opinion est que ces sables proviennent de dépôts littoraux sur côte basse, qu'ils ont été remaniés par le vent, à l'époque secondaire d'abord, et pendant la longue période d'émersions qui a suivi.

Ils sont généralement fixés maintenant par la végétation particulière qui les recouvre : bruyères, lichens, gnaphales, etc.; à certains endroits cependant, où ils sont mis à nu, le vent a prise sur eux et les déplace.

M. Max Lohest, à la vue de ces sables si purs, si meubles, qui ne portent aucune trace d'altération, émet des doutes sur leur âge secondaire et est porté à les considérer comme étant plus récents; mais il suffirait d'une promenade d'un jour dans la région située un peu plus au Sud pour constater de la façon la plus formelle que ces sables s'enfoncent sous des couches très fossilifères dont l'âge liasique ne peut être contesté.

Dans une sablonnière à l'Est de la grande butte de Stockem, on extrait du sable blanc renfermant 98 à 99 % de silice, qui sert à Longwy à la fabrication de briques réfractaires siliceuses. Dans la partie gauche de la carrière se voit une belle formation de tuf humique; la partie droite a été ravinée par un courant d'eau véhiculant du fer. De ce côté, il y a une couverture de limon jaunâtre entremêlé de blocaux ferrugineux.

En dessous de cette couverture, dans le sable blanc, des linéoles brunâtres d'infiltration comme celles qui ont été signalées dans les carrières précédentes.

Pour nous rendre à la gare de Stockem, nous descendons du niveau de Vra^{ss} sur Vra^{mm} (marne moyenne) qui n'a qu'une épaisseur de quelques mètres, et nous la voyons en coupe sur le sable Vra^{si} et dans une exploitation ouverte à proximité de la gare, du côté Est, le long de la route de Neufchâteau.

Séance du soir du samedi 16 septembre 1911.

La séance est ouverte à 20 heures, à l'hôtel du Nord, à Arlon.

A l'unanimité des membres présents, le bureau de la session extraordinaire est constitué comme suit :

Président : M. C. Malaise;

Vice-présidents : MM. M.-V. Dondelinger et M. Lohest;

Secrétaires : MM. A. Jérome et P. Fourmarier.

En l'absence de M. C. Malaise, M. Max Lohest prend la présidence; il remercie l'assemblée au nom du bureau.

La parole est donnée à M. Jérome qui donne lecture de la correspondance.

MM. Cuvelier, Bertiaux, L. de Dorlodot, Greindl, J. Libert, G. Matthew, Neefs et A. Rutot s'excusent de ne pouvoir prendre part à la session; MM. C. Malaise, Dondelinger et G. Paquet s'excusent de ne pouvoir assister à toutes les excursions.

La Société des ardoisières de Martelange informe qu'elle pourra recevoir les excursionnistes le lundi 18 septembre dans la matinée.

M. Verlinden demande à être admis comme membre associé régnicole de la Société belge de Géologie.

MM. Jos. Libert et M. Lohest présentent comme membre effectif de la Société géologique de Belgique, M. Jules Libert, élève ingénieur, à Liége.

M. Jérome expose comme suit les grandes lignes de la stratigraphie du Bas-Luxembourg.

Quand on a sous les yeux une carte géologique d'ensemble du bassin de Paris et des régions environnantes, on voit ce bassin formé d'une série de cuvettes *emboîtées les unes dans les autres*, contenues entre les terrains primaires de la *Bretagne*, du *Plateau central*, des *Vosges*, du *Hunsruck* et de l'*Ardenne*.

Le pourtour de ces cuvettes diminue naturellement de la périphérie vers le centre, et leur âge diminue de la même manière, les plus extérieures étant les plus anciennes, les centrales les plus jeunes.

Les couches géologiques qui les forment sont, d'une manière générale, légèrement inclinées vers le centre, ce qui indique que la mer où elles se sont déposées s'est approfondie au fur et à mesure qu'elle diminuait en étendue.

Le bassin de Paris a au Nord-Est une digitation des cuvettes les plus extérieures, une échancrure comprise entre l'Ardenne, l'Eifel, le Hunsruck; et l'on a l'impression que cette avancée du bassin de Paris s'est formée dans un *golfe* de la grande mer Parisienne des époques triasique et liasique, et le nom de *golfe du Luxembourg* a ainsi pris corps dans la littérature géologique.

Le golfe est-il originel ?

Les mers triasique et jurassique du bassin de Paris étaient-elles fermées réellement au Nord et à l'Est, dans la région luxembourgeoise, tandis qu'elles étaient largement ouvertes au Sud-Ouest?

Telle est la question dont nous allons d'abord nous occuper.

M. le conseiller des mines Dr Van Werveke, qui a étudié avec une si scrupuleuse attention les sédiments du Grand-Duché, d'Alsace-Lorraine et des contrées voisines, est le premier, à ma connaissance, qui ait attiré l'attention sur l'erreur à laquelle entraîne cette interprétation de l'aspect de la Carte géologique d'ensemble.

Comme argument très important à l'appui de sa manière de voir, il signale la différence de composition des sédiments au bord de l'Ardenne, d'une part, et du Hunsruck, de l'autre.

Le long de l'Ardenne, les assises du trias et du lias inférieur offrent des dépôts littoraux dans lesquels dominent les poudingues, les conglomérats, les sables et les grès.

Du côté du Hunsruck, au contraire, on remarque généralement des argiles, marnes, dolomies, matériaux qui, indubitablement, se sont déposés loin des côtes : c'est la composition normale de ces assises.

1° En outre, observant les *couches permiennes* (*Oberrothliegendes*) à l'Est de Trèves, M. Van Werveke constate que les plus récentes sont situées plus à l'Ouest, en transgression sur les plus anciennes et recouvrant les terrains dévoniens en discordance.

Il en conclut que la mer est venue de l'Est, et de ce côté il y a eu érosion, mise à découvert des couches anciennes par enlèvement des couches les plus jeunes.

2° Le *grès des Vosges* (grès bigarré moyen), bien représenté à Trèves et les environs, donc en transgression vers l'Ouest par rapport au Permien, ne s'observe plus à l'Ouest de la Prum : il y en a dans le puits artésien de Mondorf, il n'y en a pas dans le sondage de Longwy.

Il est en transgression vers le Nord et vers l'Ouest par rapport au Permien, mais *il a une limite Ouest, dirigée Nord-Sud*.

Cette limite, suivant Van Werveke, passe certainement à l'Est de Malmédy, un peu à l'Ouest du golfe de Kommern, à l'Ouest de Mondorf, mais à l'Est de Longwy, à l'Ouest de Pont-à-Mousson, entre Commercy et Bar-le-Duc, à l'Ouest de Remiremont; atteignant les Vosges, elle s'incurve pour prendre à travers les Vosges et la Forêt Noire une direction Ouest-Est.

Le Hunsruck redressé s'avance encore comme promontoire entre deux parties de la mer du grès des Vosges, et il y a dans la région de Serrig, près de Sarrebourg (sur la Sarre inférieure), une région *très conglomératique*, correspondant au grès des Vosges supérieur, tandis que, à l'époque du *grès bigarré supérieur*, la mer couvre la pointe Sud-Ouest du Hunsruck et le *Muschelkalk inférieur, moyen* et *supérieur* s'y étendent en développement normal.

3° Le *grès bigarré supérieur* transgresse vers le Sud, dépassant le grès des Vosges, mais il n'atteint pas les bords Nord et Est du Morvan; sa limite passe vraisemblablement dans le voisinage de Bourbonne-les-Bains; plus au Nord, entre la Marne et Bar-le-Duc; en Belgique, près de Post, et à l'Ouest de Bodeux, près de Stavelot.

Donc bordure terminale à l'Ouest dirigée Nord-Sud.

4° M. Van Werveke admet la même direction pour la terminaison du Muschelkalk inférieur, passant par Oberfeulen, à l'Ouest d'Ettelbruck, à l'Ouest de Solgnes, localité un peu à l'Est de Pont-à-Mousson, à l'Ouest de Dieuze, en Lorraine annexée, à l'Ouest de Molsheim, dans la Basse-Alsace.

Dans toutes ces localités, la composition normale fait place à la composition gréseuse que l'on remarque au bord de l'Ardenne.

5° Même observation pour le Muschelkalk supérieur, très développé le long de la Sûre, de la Moselle, de l'Alzette inférieure, et qui vient mourir à *Bettborn*, à 3 ou 4 lieues au Nord-Est d'Arlon.

En résumé, M. Van Werveke admet pour les dépôts triasiques inférieurs et moyens une *limite Ouest de direction approximative Nord-Sud.*

Ainsi, au lieu d'avoir été formés dans un golfe ouvert vers l'Ouest et fermé au Nord-Est, ils auraient été déposés dans un golfe ouvert d'abord à l'Est et fermé à l'Ouest, puis il y aurait eu communication avec les nappes occupant l'Allemagne du Nord et centrale, puis, à travers l'Ardenne et l'Eifel, avec la dépression du Nord de la Belgique, de la Hollande et du Bas-Rhin!

Au Trias succède le Jurassique : Quelle est l'allure du rivage? Quelles sont les relations des mers et des parties émergées?

La communication, pendant le Trias de la mer Lorraine et Luxembourgeoise, avec la Campine et la Westphalie est attestée par des îlots de sédiments de l'époque, couvrant encore actuellement certaines parties de l'Eifel, et par des lambeaux de Malmédy, Stavelot et Basse-Bodeux; le golfe, ouvert à l'Est, est devenu un détroit, mais de l'époque jurassique, nous n'avons dans cette région aucun dépôt connu pouvant attester la liaison.

Van Werveke admet, sans signaler aucune preuve à l'appui, la continuation de l'ouverture vers l'Est du golfe de Luxembourg, car il combat l'opinion de la fermeture de ce côté énoncée par Joly dans son grand ouvrage : *Le Jurassique inférieur et moyen de la bordure Nord-Est du Bassin de Paris* (pp. 72 et 74).

Mais si Joly affirme la fermeture du golfe du Luxembourg au Nord-Est aux temps jurassiques, il ne précise pas l'époque.

Or, une donnée très importante au sujet de la question qui nous occupe est venue s'ajouter tout récemment à nos connaissances.

Pendant cinq ans, de 1904 à 1909, la Société Solvay a fait exécuter des sondages dans la Campine pour la recherche de sel. Ces travaux n'ont pas été couronnés de succès au point de vue industriel, mais ils ont fourni une documentation importante au point de vue scientifique, et je me permettrai de vous lire, à ce sujet, un extrait du mémoire que notre collègue M. Stainier, géologue conseil de la Maison Solvay, a publié dans les *Annales des Mines,* tome XVI :

« *Jurassique : Hettangien.*

» La découverte la plus sensationnelle amenée par le sondage de Neeroeteren est certainement la rencontre (à la profondeur de 755^{m}50) d'une épaisseur notable de Jurassique parfaitement caractérisé par la rencontre de nombreux fossiles. J'ai, en effet, trouvé dans les carottes du sondage plus de vingt-cinq débris d'ammonites pyritisées, dont quelques-unes en parfait état, avec les sutures très nettes.

» Cette découverte vient de combler, avec d'autres, l'énorme intervalle compris entre les mers jurassiques du bassin de Paris et celles du Nord-Ouest de l'Allemagne. Antérieurement à cette trouvaille, deux outliers semblables avaient déjà été signalés. Le premier fut signalé par von Dechen. (Cf. von Dechen : *Erlaut. d. geol. Karte d. Rheinprov. u. Westphal.*, t. II [1884], pp. 14 et 45, et M. Blankenhorn : *Die Trias am Nordrande der Eifel.* Inaug. Dissertation, Bonn, 1885, C. Georgi, 136 p., 3 pl.) Cet outlier, situé à Drove, à mi-chemin entre Düren et Zulpich, est absolument identique à celui de Neeroeteren. Il se compose, en effet, aussi de schistes foncés avec ammonites pyritisées. Son âge est exactement le même. Enfin, il est séparé du continent paléozoïque par une bordure de trias et, chose capitale, il se trouve, comme à Neeroeteren, sur un palier bordant la grande fosse tertiaire que l'on peut suivre de là jusque Neeroeteren, en longeant le massif primaire de l'Eifel, d'Aix-la-Chapelle et des deux Limbourg. Le deuxième outlier jurassique a été rencontré beaucoup plus récemment au sondage de Bislich, dans la vallée du Rhin, près de Hanten. (Cf. Schulz-Briesen : *Die linksrheinischen Kohlens- und Kalisalzufschlüss und das Minetlager der Bohrung Bislich*, Gluckauf, 1904.) Dans ce sondage on rencontra aussi les mêmes couches jurassiques qu'à Neeroeteren, mais là le Jurassique, plus complet, comprenait aussi, au-dessus, des couches du lias moyen avec minette oolithique, fait

capital qui accentue les ressemblances de cette région avec le Jurassique du Nord-Est du bassin de Paris.

» Le massif de Neeroeteren est à 152 kilomètres au Nord de Jamoigne et du Jurassique du Bas-Luxembourg, là où l'assise hettangienne de la marne de Jamoigne présente identiquement les mêmes schistes avec bancs de calcaires gris et ammonites pyritisées et de petite taille. Enfin, Neeroeteren se trouve placé à 122 kilomètres au Sud de Winterswijk, localité hollandaise, sur la frontière allemande, où les sondages ont recoupé récemment de l'Hettangien, avec des caractères absolument identiques. (Cf. Van Waterschoot, *op. cit.*) Entre Winterswijk et Neeroeteren, mais bien plus près de la première localité, se trouve le sondage de Bislich.

Fig. 3.

» Enfin, nous ajouterons encore que Neeroeteren se trouve à 70 kilomètres au Nord-Ouest de l'affleurement de Drove, cité plus haut.

» Est-il possible d'établir les relations d'origine qui ont existé entre ces divers outliers? C'est ce que nous allons essayer de débrouiller.

» En jetant les yeux sur la Carte géologique, on constate que le continent formé par le centre de l'Angleterre, la Belgique et l'Eifel occidental, reste de l'ancien soulèvement hercynien, que ce continent, dis-je, a été entouré, au Sud-Est, à l'Est et au Nord-Est, par une ceinture de la mer triasique. Il paraît même probable que cette ceinture se continue vers l'Ouest pour aller rejoindre la bordure triasique des Midlands d'Angleterre.

» Nous avons représenté sur la planche ci-dessus un croquis de la partie orientale de ce continent pour montrer le tracé de cette ceinture triasique. Celle-ci est continue, comme on le voit, sauf une interruption de 50 kilomètres, de Duren à Limbricht, où la présence de la fosse tertiaire n'a pas permis d'observations.

» Mais cette ceinture continue subsistait-elle encore aux temps jurassiques? Il me paraît qu'il est impossible de ne pas l'admettre lorsque l'on observe la parfaite coïncidence des deux outliers de Drove et de Neeroeteren avec cette ceinture triasique et l'identité absolue de la faune et des caractères lithologiques.

» Cela n'implique nullement que cette ceinture continue ait présenté partout les mêmes conditions bathymétriques.

» En effet, déjà dans le Sud du Luxembourg on voit le facies marneux et argileux de la marne de Jamoigne devenir graduellement sableux et gréseux, en s'approchant du Grand-Duché de Luxembourg, comme l'a montré M. H. Joly. [Cf. *Les fossiles du Jurassique de la Belgique.* (Mém. du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, A V, 1907.)] En réalité, d'ailleurs, ce que l'on a appelé golfe du Luxembourg est un détroit qui mettait en communication le bassin de Paris avec la mer anglo-allemande.

» Mais est-il possible de faire un pas de plus et de savoir si les mers triasiques et jurassiques non seulement ont entouré l'extrémité orientale du continent belge, mais même ont recouvert plus ou moins cette extrémité?

» Lorsqu'on examine une carte géologique d'ensemble de cette région, on y constate, aussi bien en Campine que sur le bord de l'Eifel et dans les deux Luxembourg, que les affleurements des terrains, depuis le trias jusqu'au tertiaire, présentent des bandes s'écartant de

plus en plus du massif paléozoïque. Il semblerait donc que nous ayons là un magnifique exemple de stratification en retrait. Comme une telle disposition en retrait est due à un soulèvement lent du continent forçant les rivages de la mer à reculer de plus en plus, il semblerait au premier abord que la question doive recevoir une réponse négative. Mais on sait que l'on peut obtenir une disposition en tout semblable à celle que présente la bordure secondaire et tertiaire de notre massif primaire, en admettant même qu'il aurait été recouvert par un manteau épais de Secondaire et de Tertiaire. Il suffirait pour cela de supposer que, le massif primaire s'étant soulevé en dôme avec son recouvrement plus récent, l'érosion postérieure aurait nivelé le tout en mettant à nu le noyau ancien avec les tranches arasées des terrains recouvrants.

» Il faut donc attaquer le problème d'une autre façon. Si tous les terrains récents environnant le massif paléozoïque étaient en stratification en retrait, tous les affleurements devaient se présenter avec des caractères littoraux. Or il n'en est rien. On ne trouve de dépôts littoraux dans les formations secondaires qu'à la base du Trias et à la base du Jurassique. En dehors de cela, il y a bien des étages à sédiments de mers peu profondes, mais il y en a aussi à sédiments plus pélagiques. On peut notamment citer les trois épisodes pélagiques de la Marne de Jamoigne (Hettangien), du schiste d'Ethe (Liasien) et de la Marne de Grandcourt (Toarcien). Cela prouve à toute évidence que le massif paléozoïque a été, pendant toute l'époque triasique et jurassique, dans un grand état de mobilité, tantôt se soulevant et refoulant la mer au loin, tantôt s'affaissant, lors des trois épisodes précités, et permettant alors aux flots de l'envahir. Jusqu'où se sont étendues, sur l'Ardenne, ces transgressions jurassiques? Il serait prématuré de le dire. La question ne peut être résolue que par une étude minutieuse et avec des faits qui manquent encore.

» On sait cependant que M. le baron Greindl a déjà réussi à prouver, par des considérations de géographie physique, que les mers du Jurassique s'étaient étendues à 10 kilomètres plus au Nord que les limites actuelles. [Cf. Greindl, *Note sur l'extension des terrains secondaires dans le Bas-Luxembourg* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. XV, 1904, Proc.-verb., p. 55).]

» Pour terminer, nous ajouterons que les découvertes de Drove, de Bislich et de Neeroeteren sont une nouvelle preuve de la prudence que l'on doit apporter dans les reconstitutions des géographies anciennes.

» Sans la présence de ces trois outliers perdus dans un immense

territoire, il ne serait venu à l'idée de personne de supposer une aussi vaste extension des mers jurassiques avec toutes les conséquences capitales que cette extension entraîne. »

Ainsi, c'est bien net : M. Stainier affirme la communication entre la mer hettangienne du Sud et celle du Nord de l'Ardenne, et personne ne méconnaîtra la valeur des arguments qu'il invoque.

Mais je ne puis pas le suivre dans toute l'étendue de ses conclusions.

Tout en faisant de prudentes réserves, à cause des faits d'observation qui manquent encore, M. Stainier paraît disposé à admettre que l'Ardenne et l'Eifel auraient été couverts par des sédiments pendant toute l'époque secondaire et même tertiaire.

M. Stainier fait état de l'absence de dépôts littoraux dans les formations secondaires en dehors de la base du Trias et de la base du Jurassique.

Il est fait état des épisodes pélagiques de la Marne de Jamoigne (Hettangien), du schiste d'Ethe (Liasien) et de la Marne de Grandcourt (Toarcien).

Je lui ferai remarquer que ces dépôts sont relativement peu épais, qu'ils ont pu se former non loin des côtes. Il n'est pas nécessaire pour la formation d'un dépôt limoneux ou argileux d'un grand éloignement du rivage : il suffit, par suite de la présence d'une fosse, d'une anse, que les eaux soient soustraites à l'action des vagues produites par les marées ou les tempêtes ; nous en avons assez d'exemples dans les mers actuelles, et nous signalerons particulièrement l'argile des polders.

D'autre part, les dépôts à caractère littoral dans le soi-disant golfe de Luxembourg existent à tous les étages, comme nous avons pu le voir déjà aujourd'hui et comme nous le verrons par la suite ; mais ce ne sont pas toujours des formations de côtes à falaises, mais plutôt des *sédiments de côtes basses*, comme il y en a à notre littoral actuel.

Au sujet de la question en cause, j'attire votre attention d'abord sur l'immense lacune existant à Neeroeteren. De l'Hettangien au Sénonien, il manque la plus grande partie du Lias, tout le Jurassique moyen et supérieur, une grande partie du Crétacé.

Il y a eu certainement émersion. Il est vrai qu'une partie des dépôts a pu être enlevée par dénudation avant la craie, mais encore l'émersion a-t-elle dû être de longue durée pour permettre l'enlèvement des sédiments disparus.

D'autre part, tandis que l'Hettangien d'une puissance de 69m50 à Neeroeteren (remarquez ce chiffre) est marneux et calcareux, l'Hettangien dans notre région marque justement le commencement d'un phénomène remarquable, qui constitue un épisode capital dans l'histoire de la formation du sous-sol luxembourgeois.

Je veux parler de l'ensablement.

Quelques mots de ce phénomène.

Au Sud de Hettange (au Nord de la Lorraine cédée), les couches liasiques sont toutes à l'état de marnes, argiles, calcaires.

A partir de là, il s'intercale des sables, des grès avec faune littorale, et aussi des sables ne renfermant pas la moindre trace de fossiles, et, chose remarquable, tandis que l'ensablement dans le Sud-Est du Luxembourg commence dès la base de l'Hettangien, au fur et à mesure que l'on avance vers le Nord-Ouest, par Luxembourg, Arlon, Étalle, Florenville, Sedan, Mézières, *la formation sableuse monte de niveau, recoupant les zones paléontologiques suivant une ligne oblique :*

A *Mondorf* et *Hettange*, tout l'Hettangien est gréseux ; à *Luxembourg*, *la base de la zone à Schlotheimia angulata* (Hettangien) est marneuse, le reste est sableux, ainsi qu'une partie du Sinémurien.

A Arlon, la zone hettangienne marneuse croît; un peu à l'Ouest de cette ville, l'ensablement gagne la zone à *Belemnites brevis*, le calcaire sableux d'Orval se substituant à la marne de Strassen.

A partir d'Étalle, l'Hettangien est entièrement marneux, la base du Sinémurien forme la marne de Warcq, surmontée des facies sableux des calcaires sableux d'Orval-Florenville; plus à l'Ouest, les marnes et calcaires ont reconquis tout le Sinémurien; le sable se confine dans le Lias moyen.

Nous faisons abstraction du poudingue de base, là ou le Lias repose directement sur le Dévonien.

L'ensablement se continue dans le Lias moyen, où se présente le macigno d'Aubange, et même dans le Bajocien, où il est représenté par la formation ferrugineuse.

Ce n'est pas tout.

A partir de la partie supérieure du Sinémurien (zone à *Belemnites brevis*) et dans le Virtonien, le facies marneux se trouve à l'Est, le facies sableux à l'Ouest, comme si la mer avait subi un mouvement de bascule; puis au Bajocien, nouveau mouvement de bascule, et la bordure gréseuse s'établit, comme à l'époque du grès de Luxembourg (Hettangien et calcaire sableux de Florenville), au Nord et à l'Est.

De ces formations gréseuses de différents âges, la plus développée est le grès de Luxembourg qui rentre dans le Hettangien et le Sinémurien et qui s'étend depuis Bittbourg, en Prusse, à travers le Grand-Duché, le Sud du Luxembourg belge, couvrant les territoires de Florenville, Sedan, Hettange, s'étendant bien au delà de Longwy, où un récent sondage lui a fait attribuer une puissance de 78 mètres, alors que dans une grande partie du Grand-Duché il est épais de plus de 100 mètres.

Pour expliquer l'ensablement, M. Van Werveke ne peut admettre avec raison un apport venant de la baie de Trèves, particulièrement en ce qui concerne les sables et grès de Virton et le calcaire sableux d'Orval.

Il a été produit, suivant lui, par des cours d'eau venant du Nord et se déplaçant de l'Est vers l'Ouest, au fur et à mesure que les sédiments se constituaient.

Messieurs,

En observant attentivement ces dépôts gréseux, leur allure, leurs relations avec la côte vraisemblable de la mer de l'époque et avec les autres sédiments entre lesquels ils s'intercalent, je ne puis me soustraire à une idée que je me suis suggérée depuis un certain temps déjà :

Cette idée, c'est le rapprochement entre la Manche, le Pas-de-Calais, la mer du Nord actuelle, d'une part, et la mer Jurassique du bassin de Paris, celle de la Campine, Hollande, Westphalie et le détroit qui les unissait, d'autre part.

L'analogie me paraît frappante : il y a même orientation, parallélisme en quelque sorte entre les deux détroits.

Or, que voyons-nous dans la mer qui baigne actuellement nos côtes ?

Un ensablement continu contre lequel nous luttons, qui éveille des craintes légitimes pour l'avenir de nos ports, malgré le mouvement de descente de notre côte bien constaté et qui en atténue les effets funestes.

Cet ensablement est dû à l'apport des cours d'eau charriant les produits de démantèlement des parties continentales; mais nul n'ignore que notre mer ne s'ensable pas par les apports seuls de nos cours d'eau et que les courants marins dus au jeu des marées répartissent aussi dans la Manche, le Pas-de-Calais et le Sud de la mer du

Nord les *sables venus du large*, les disposent en bancs parallèles aux rivages, bancs séparés par des dépressions; que ces bancs affleurent dans certains endroits à très faible profondeur, que des sables en provenant sont apportés sur nos côtes avec les coquillages qui les couvrent, que les mêmes sables chassés par les vents soufflant du large forment les *dunes*.

Je ne puis, dis-je, me soustraire à l'idée que des conditions semblables ont existé à l'époque du Jurassique inférieur dans le Luxembourg, et, *si nous pouvons prévoir*, dans un avenir encore bien éloigné, espérons-le, *la fermeture par remplissage du Pas-de-Calais*, nous sommes en mesure de concevoir *la fermeture par remplissage* du côté Nord-Est du détroit qui unissait la mer Campinienne et Westphalienne avec celle du bassin de Paris, à l'époque jurassique.

Ce ne sont là évidemment que des conjectures, et je suis disposé à entendre les objections que vous pourriez faire à ma théorie, mais, je vous le répète, cette idée est entrée profondément dans mon esprit.

Rien n'empêche, d'ailleurs, que la fermeture par remplissage sableux ait été facilitée par un phénomène concomitant : le soulèvement de la région qui s'étendait entre les deux mers, et ainsi se serait réalisée la première hypothèse de M. Stainier. *Nous aurions un magnifique exemple de stratification en retrait due à un soulèvement lent du continent forçant les rivages de la mer à reculer de plus en plus.*

Rien n'empêche non plus que la mer Jurassique se soit étendue assez sensiblement au delà des dépôts existant actuellement.

Ainsi, à mon avis, *la fermeture du détroit se serait faite à l'époque hettangienne.* Tandis que dans la partie de mer devenue golfe de Luxembourg les courants de marée continuaient à apporter les matériaux d'ensablement coucourant à le combler, *le détroit était soustrait à la sédimentation.* Ainsi s'explique l'immense lacune à *Neeroeteren* et *Drove*, qui étaient dans l'ancien détroit.

Plus au Nord, à Bislich, la mer de Westphalie continuait à déposer des sédiments, et c'est ainsi qu'on y trouve les couches du lias moyen et même la minette oolithique; et rien ne s'oppose à ce que, suivant l'idée suggérée par M. Stainier, l'audace des chercheurs en Campine ne soit récompensée par la rencontre des couches de minerai de fer oolithique dans le *Horst de Ven.*

M. Lohest. — Il faut féliciter M. Jérome de la méthode suivie dans son exposé. Jadis on se bornait à établir dans les terrains des divisions, des subdivisions et des successions d'assises. Plus tard on a recherché

des variations de composition des facies. Aujourd'hui on essaie de remonter aux causes de ces variations. Dans cet ordre d'idées, je ne pense pas qu'on puisse reconstituer avec certitude l'emplacement des rivages des anciennes mers. L'histoire de la Terre est une suite ininterrompue de phénomènes. La Terre n'a jamais cessé de se contracter, les continents de se désagréger, la mer de se déplacer. Mais on peut espérer, par l'étude lithologique et paléontologique des terrains, trouver pour une époque déterminée la direction de l'envahissement ou du recul de la mer. M. Jérome nous a parfaitement résumé les recherches faites sur ce sujet pour le golfe de Luxembourg; il nous a fait part également de très intéressantes observations personnelles et de vues nouvelles.

Nous serons tous d'accord pour penser que les limites des dépôts indiquées sur les cartes géologiques ne peuvent être considérées comme d'anciens rivages, même si ces limites correspondent aux affleurements de conglomérats.

Il faudra démontrer que ces conglomérats n'ont pas pu s'étendre plus loin ainsi que certains dépôts qui les recouvrent.

On possède des preuves indiscutables de l'existence ancienne de formations secondaires dans des régions où elles manquent aujourd'hui. L'existence dans le passé du Crétacé entre le Sud de la Hesbaye et le sommet de l'Ardenne au Hockay est certaine à mon avis.

Rien ne démontre que certains dépôts triasiques et jurassiques n'ont pas recouvert toute l'Ardenne avant le retour de la mer crétacée. Les dépôts de cette époque ont été certainement formés au détriment de couches plus anciennes.

Les principes les plus élémentaires de la stratigraphie nous obligent toujours à supposer que les couches sont continues en direction, en inclinaison et en épaisseur jusqu'à preuve du contraire. C'est en appliquant ce principe qu'on peut déterminer la rencontre probable de telle ou telle couche en profondeur. Mais l'opération que nous faisons pour l'intérieur du sol ou pour le bas, nous sommes également en droit de la faire pour le haut et d'évaluer ce qui peut avoir disparu par érosion.

Or, si on les prolonge par la pensée suivant leur pente, que l'on observe dans les dépôts jurassiques de la bordure Sud de l'Ardenne, on passe au delà des plus hauts sommets de cette région.

Nous venons de voir qu'à Arlon même la pente des couches jurassiques mesurée par M. Questienne est d'environ 4 %.

Mais les observations faites sur la bordure même de l'Ardenne au contact du Primaire seraient plus démonstratives. J'espère que nous aurons l'occasion d'en effectuer durant cette excursion.

Dans cet ordre d'idées, on peut se demander pourquoi ces dépôts du Trias et du Jurassique auraient été enlevés de l'Ardenne du Condroz et du Brabant, tandis qu'ils forment une série très complète au Sud.

Il faut d'abord faire intervenir un soulèvement antécrétacé pour l'Ardenne, suivi d'un affaissement crétacé et d'un soulèvement tertiaire, c'est-à-dire une série d'oscillations dont on a des preuves si nombreuses en géologie. Mais en consultant une carte géologique, on est frappé de l'analogie que présente le golfe du Luxembourg avec le golfe secondaire et tertiaire qui s'étend au Nord de Bonn dans la plaine du Rhin. Les dépôts secondaires et tertiaires ne sont plus représentés en Ardenne que par quelques petits lots insignifiants qui, géologiquement parlant, ne tarderont pas à disparaître La raison de leur conservation dans le golfe de Bonn est simple. Il s'agit d'une cuvette affaissée, traversée et limitée sur sa bordure par des failles d'effondrement plus ou moins parallèles, de direction Nord-Ouest-Sud-Est, failles bien connues par les sondages, les exploitations, et qui, amorcées dès le Secondaire, ont joué jusque dans le Quaternaire et s'accentuent encore vraisemblablement de nos jours.

Or, le golfe du Luxembourg est traversé par de nombreuses failles reconnues aussi bien par les levés géologiques de la surface que par les sondages et les travaux miniers. Ces failles, de direction Sud-Ouest-Nord-Est, sont également parallèles à l'axe de la cuvette. Sur le Rhin, ces failles correspondent vraisemblablement à l'effondrement d'un anticlinal transversal.

Il serait bien intéressant d'étudier la structure du Rhénan aux environs de Daun et de Manderscheid, d'y rechercher les failles et leurs relations tectoniques, sans perdre de vue que le rejet des failles peut être bien différent dans le Primaire et le Secondaire.

En résumé, plus on étudiera la géologie, plus on sera convaincu de l'immense durée des différentes époques et de la complexité des phénomènes qui s'y sont opérés. Rien que l'examen des conglomérats nous démontre que des montagnes énormes ont dû contribuer à les former.

D'autre part, les empiétements ont été entrecoupés de nombreuses oscillations secondaires, comme vient de nous l'exposer M. Jérome.

M. Jérome. — Je crois qu'il faut également faire intervenir les efforts de plissement. Il existe certainement une cuvette dans l'axe des terrains secondaires; elle passe par Weilerbach; d'autre part, il y a un anticlinal à Born. On constate, en effet, qu'à partir de Diekirch les couches s'enfoncent vers Weilerbach; à Diekirch, en suivant la Sûre, on voit le Keuper au sommet du Herrenberg, à plus de 200 mètres au-dessus du niveau de l'eau; il descend successivement au fur et à mesure que l'on avance; il atteint le niveau de la rivière à Weilerbach; à Echternach, les couches remontent et à Born on voit apparaître le grès bigarré. Plus au Sud, il existe encore d'autres plis.

M. Van Werveke se base sur ces observations pour combattre la théorie des horsts de Suess, en ce qui concerne la région du Luxembourg.

Les failles sont confinées dans la partie méridionale du golfe du Luxembourg. M. Joly admet que ces cassures ont été produites par le refoulement du Hunsruck sur l'Ardenne; M. Van Werveke admet également qu'il s'agit de failles de refoulement.

M. Lohest. — D'après les observations faites dans les exploitations de minerais de fer, il semblerait plutôt que l'on se trouve en présence de failles d'effondrement; elles sont, en effet, généralement très aquifères.

La séance est levée à 9 heures et un quart.

Excursion du dimanche 17 septembre.

Keuper, Rhétien, Hettangien dans la région de Rossignol.

Partis d'Arlon à 7 h. 01, nous débarquons à Orsainfang à 7 h. 48. Le premier chemin qui se détache à gauche de la route de Jamoigne nous mène rapidement à la première tranchée du vicinal Marbehan-Sainte-Cécile, où nous observons une belle coupe du Rhétien. La situation de la voie ferrée ne nous permet pas cependant de voir la couche d'argile noire par laquelle généralement le Rhétien repose en concordance sur le Keuper; on voit dans le fond de la tranchée la partie supérieure d'un banc épais de sables fins verdâtres ou jaunâtres par oxydation, avec taches d'oxyde de manganèse, parsemés de petits cailloux roulés; au-dessus, il y a une couche d'argile noire; les éboulis

de la tranchée ne permettent pas d'observer un second banc de sable qui, au dire de Dormal et de Joly, surmonte la deuxième couche d'argile; dans le haut de la tranchée, on voit des marnes gris-bleu avec intercalation de plaquettes de grès calcarifère qui renferment souvent de petits cailloux.

Dormal range cette dernière assise dans l'Hettangien; c'est son grès de Rossignol, qu'il considère comme l'équivalent des marnes d'Helmsingen à *Psiloceras planorbe*. Il donne les raisons de sa manière de voir (considérations paléontologiques) dans le compte rendu de l'excursion de la Société belge de Géologie, etc. (*Bull. de la Soc. géol. de Belg.*, t. VIII, 1894, p. 121.)

Joly, pour des raisons de même ordre cependant, la maintient dans le Rhétien (*Le Jurassique inférieur et moyen de la bordure Nord-Est du bassin de Paris*, p. 109). Tous deux ont observé ces couches dans les environs de Rossignol, à la route de Jamoigne.

Après avoir franchi le ruisseau de la Sivanne et la route de Jamoigne, la voie ferrée entre, au moulin de la Sivanne, dans une seconde tranchée creusée dans un limon diluvien entremêlé de cailloux anguleux de roches primaires, puis, montant vers le plateau, elle atteint une troisième tranchée, qui nous présente manifestement le niveau à *Schlotheimia angulata* (marne de Jamoigne). Au point de vue lithologique, ce sont des marnes noir bleuâtre, alternant avec des bancs peu épais et assez espacés de calcaire argileux. L'ammonite caractéristique ainsi que des *Lima gigantea* ont été trouvées par les excursionnistes. Nous nous écartons un moment de la voie ferrée pour aller explorer une carrière un peu plus au Nord, où l'on exploite des calcaires bleus en plaquettes avec cailloux roulés et intercalation de minces lits de marne bleue. Tenant compte de l'inclinaison Nord-Sud des couches, nous devons considérer ce niveau comme étant inférieur à celui de la tranchée du vicinal, et la suite du grès de Rossignol du premier point d'observation.

Enfin nous arrivons au Nord du village de Rossignol, où la voie ferrée recoupe un îlot de Keuper inférieur, qui a donné beaucoup de mécomptes à l'entrepreneur. Il est constitué, en effet, par un poudingue dur, sur lequel le pic de l'ouvrier n'a pas de prise; mais, d'autre part, il n'a pas assez de cohésion pour être désagrégé par la poudre ou la dynamite.

La partie supérieure soumise à l'action des intempéries est passée à l'état de conglomérat meuble.

Nous quittons la voie ferrée pour prendre la direction de Belle-

fontaine, et nous traversons le village de Rossignol où nous rencontrons un nouvel affleurement de poudingue keupérien, puis, au sortir du village, à la montée d'un chemin qui se détache à gauche de la route, le long d'un talus bordant le parc du château, nous voyons le grès rhétien et le grès dit de Rossignol, avec les mêmes caractères que ceux que nous avons observés dans la première tranchée du vicinal.

Nous traversons une large plaine dans la direction Nord-Sud dont le sol dur, crevassé, nous révèle la présence d'une marne (la marne de Jamoigne). A l'entrée du village de Mesnil-Breuvanne, nous recoupons la Semois, dans le lit majeur de laquelle une coupe a été pratiquée pour l'exploitation des cailloux roulés et répandus en grande quantité dans l'épaisseur du limon : et nous pouvons y voir la forme lenticulaire et les alternances fréquentes des lits d'argile, sable, cailloux, caractéristiques des dépôts fluviatiles.

Marne de Warcq et calcaire sableux de Florenville.

Nous atteignons le niveau de la marne de Warcq, sans observer naturellement de démarcation avec la marne de Jamoigne, la différence étant d'ordre purement paléontologique; la marne de Warcq appartenant à l'étage sinémurien, nous constatons qu'à la longitude de Rossignol-Bellefontaine l'Hettangien est entièrement marneux, ainsi que la partie inférieure du Sinémurien, et nous avons ainsi la confirmation de la remarque faite dans l'exposé général de la séance de mardi soir, à savoir que la zone d'ensablement recoupe obliquement du Sud-Est au Nord-Ouest les niveaux paléontologiques.

Une montée assez raide dans le calcaire sableux de Florenville se présente un peu avant la rencontre de la route d'Arlon à Bouillon; elle est suivie dans le bois d'une descente qui nous ramène au niveau de la marne de Warcq; nous ne la voyons pas, mais sa présence est accusée par l'existence d'un étang alimenté par une source qui débite plusieurs litres à la seconde. La décharge de l'étang alimente le ruisseau de Villemont (château), qui coule dans une large échancrure du calcaire sableux de Florenville, pratiquée vers l'Est, et va rejoindre la Semois à Tintigny.

Au premier croisement de chemins, à la sortie du bois, nous rencontrons une petite carrière de sable jaune-brun que sa situation topographique place au niveau du calcaire sableux de Florenville; nous notons d'ailleurs, un peu plus haut dans le talus du chemin que nous suivons,

un pointement de banc à Cardinies, qui nous indique que nous sommes bien à ce niveau ; le sable de la carrière représente un facies anormal du calcaire sableux, probablement du sable remanié par le vent, à moins qu'il ne s'agisse du résidu d'une ancienne exploitation. Nous atteignons bientôt la crête de séparation entre le bassin de la Semois et celui de la Chiers, d'où l'on gagne Bellefontaine, et enfin la gare de cette localité, en descendant un versant en pente très douce, mais, à partir de ce dernier point, le vallon se creuse profondément dans la direction Nord-Sud en entaillant le grès de Virton, les calcaires sableux d'Orval et de Florenville, ce qui donne à la région boisée que nous traversons en chemin de fer un aspect très pittoresque.

Visite des carrières de Montauban. — Tuf calcaire (formation).

Après le dîner à Virton, le train nous conduit à la halte de Buzenol, sur la ligne de Virton-Marbehan, et nous descendons à la carrière Montauban, où nous pouvons observer les calcaires sableux de Florenville et d'Orval dans leur plein développement.

Le dernier, qui se présente dans le haut de la carrière, est constitué de bancs assez réguliers alternant avec des assises de sable, d'épaisseur variable. Dans les bancs supérieurs, on observe la division en plaquettes parallèles à la stratification.

A la base, un banc dur d'une puissance de 20 à 30 centimètres, tout pétri de fossiles, marque un changement dans la composition pétrographique.

En dessous, en effet, le calcaire gréseux n'est plus représenté par des bancs continus, mais par de gros rognons irréguliers, parfois allongés dans le sens de la stratification, séparés par des couches épaisses de sable ; dans le bas de la carrière, on observe plus de régularité dans les assises de calcaire sableux, quoiqu'il y ait souvent encore des terminaisons en biseau. De minces feuillets d'argile interrompent la continuité des couches de sable; on observe de nombreux exemples de stratification entrecroisée.

Le banc dur, pétri de fossiles, qui limite les deux zones différant par la composition pétrographique, doit être considéré comme la limite entre le calcaire sableux d'Orval et le calcaire sableux de Florenville. Nous y avons trouvé des Bélemnites qui caractérisent la première assise à l'exclusion de la deuxième.

A l'extrémité droite de la carrière, un fouillis de blocaux irrégu-

lièrement entassés dans le sable avec vides nombreux attire notre attention. Des masses extraites de cette région et gisant sur le sol nous montrent des parois enduites de tuf de calcaire blanc. Nous nous trouvons en présence de l'ancien passage d'une source qui a pris un autre cours (photo 2).

Cette carrière est assez activement exploitée pour la confection de pavés et de moellons de parement de façade.

Nous descendons ensuite le chemin, profondément encaissé, de la halte au village de Buzenol, sur l'accotement duquel nous remarquons des bancs tout perforés de moules de Cardinies, qui s'observent à différents niveaux dans le calcaire sableux de Florenville, et nous gagnons le fond de la vallée où se voient les restes d'une ancienne forge catalane : tas de scories, un petit amas de minerai, les ruines du bâtiment et de la roue hydraulique qui actionnait la soufflerie. Les forges catalanes du pays étaient établies au milieu des forêts qui fournissaient le charbon de bois, sur un petit cours d'eau qui donnait la force motrice.

On y amenait par axe des régions avoisinantes le *minerai de fer fort* préalablement lavé : minerai diluvien des plateaux, ou des fentes du calcaire bajocien, ou minerai d'alluvion de la vallée de la Vire, consistant en gravier ferrugineux.

Ce minerai, exempt de phosphore, donnait un excellent fer propre à tous les usages de la forge. Les gisements sont à peu près tous épuisés. Les fours catalans, qui fournissaient deux à trois tonnes de fer par jour, ont d'ailleurs disparu vers le milieu du siècle dernier devant la concurrence redoutable des hauts fourneaux établis aux lieux de production du charbon de terre ou à proximité des exploitations de minette oolithique, dont l'utilisation rationnelle a commencé vers 1850. (Cf. Clément : *Aperçu général de la constitution géologique et de la richesse minérale du Luxembourg.*)

Quittant l'ancienne forge, en faisant quelques pas en aval dans la vallée, nous nous trouvons devant un spectacle qui ne manque pas de nous étonner quelque peu : un petit ruisselet qui descend du haut d'un talus abrupt constitué par une nappe rocheuse qui semble être une masse liquide figée par le froid.

Le ruisselet s'est creusé un sillon dans la nappe figée, mais ce qu'il défait d'un côté par un procédé mécanique, il le refait de l'autre par voie chimique, car la nappe figée gris d'ardoise est du tuf calcaire produit par le filet d'eau. Le mécanisme de cette formation est très simple. Les eaux de pluie de la région pénètrent dans le sol acidifiées

par l'anhydride carbonique de l'air, s'enrichissent encore en acide dans la couche superficielle du sol, s'infiltrent à travers les couches de calcaire sableux d'Orval et, grâce à leur acidité, corrodent le calcaire et se saturent de bicarbonate de calcium. Lorsque ces eaux réunies en griffon viennent sourdre à l'air libre, le bicarbonate de calcium peu stable se décompose, et la décomposition est favorisée par les brins de mousse et autres corps solides qui se rencontrent sur le passage des eaux et qui exercent une attraction moléculaire sur le calcaire; ainsi se produit une véritable incrustation que les excursionnistes ont pu saisir sur le fait.

L'eau a coulé d'abord goutte à goutte en large nappe sur les mousses; celles-ci ont fini par constituer une nappe dure, assez polie, que le filet d'eau a entamée et creusée par sa force mécanique dans son point le plus faible. Mais si des mousses se rencontrent encore sur son passage, le dépôt continue à se former.

Plusieurs excursionnistes ont escaladé l'escarpement jusqu'à l'émergence de la source, qui est à une cinquantaine de mètres au-dessus du fond de la vallée, vraisemblablement au niveau du banc limite des calcaires de Florenville et d'Orval.

Du train nous avons pu observer identiquement le même phénomène vis-à-vis de l'arrêt de La Hage, à un endroit désigné sur les cartes de l'état-major par l'appellation de « La Crognière », c'est-à-dire endroit où se forme le *Cron :* c'est le nom local de ce tuf calcaire.

La formation de tuf calcaire est d'ailleurs un phénomène assez commun à l'émergence des sources dans le calcaire sableux de Florenville.

Cette observation faite, nous regagnons la halte de Buzenol, pour rentrer à Arlon.

Excursion du lundi 18 septembre

Visite des ardoisières de Martelange. — Trias et Lias inférieur, au Nord d'Arlon.

Embarqués sur le vicinal Arlon-Martelange à la Chapelle Sainte-Croix à 7 h. 29, nous mettons pied à terre, grâce à l'obligeance des conducteurs du train, pendant cinq minutes, à l'entrée du bois, un peu au delà de Nobressart, pour observer un magnifique contact entre le Primaire représenté par des quartzophyllades, phyllades et quartzites

redressés (*Cb2a*), et le Trias qui se présente avec son facies habituel au bord de l'Ardenne, un conglomérat de cailloux roulés ardennais mélangé de marnes et graviers rouges. Nous voyons dans la tranchée pratiquée dans la plaine la couverture de cailloux roulés et de marnes s'amincir progressivement sur la tranche des terrains primaires pour venir mourir au pied d'une espèce de falaise constituée de quartzophyllades redressés, sur laquelle la couverture manque totalement; et l'on a l'impression d'être au rivage de la mer Triasique; il est vrai qu'on objecte que ces cailloux ont pu être remaniés, que rien ne prouve, tels qu'on les voit, qu'ils ne constituent pas un dépôt diluvien; mais nous gardons notre impression, parce que nous avons vu dans la coupe fraîche les phyllades sous-jacents imprégnés des marnes bariolées si caractéristiques du Keuper, tandis que dans la falaise rien de semblable n'a pu être observé.

A partir d'ici, nous entrons en Ardenne : le paysage change; comme le fait très justement remarquer M. Lohest, les plateaux tabulaires entrecoupés de vallées profondes, observés en terrains calcareux, font place à des collines aux croupes arrondies; la végétation revêt d'ailleurs un cachet particulier.

Nous descendons du tram au chemin de Perlé, et le long de la grand'route Trèves-Ostende, nous remarquons de beaux affleurements de Coblencien (*Cb1b*) consistant en phyllades altérés fossilifères.

Nous arrivons en suivant cette route aux ardoisières de Haut-Martelange, exploitées par la Société anonyme *Obermosel Dachschiefer- und Plattenwerken,* anciennement par MM. Rother frères, de Francfort-s/ Mein. MM. Jauquet et Lecerf, ingénieurs, se mettent gracieusement à notre disposition pour nous expliquer le plan de la mine et nous montrer le travail du fond et de la surface, et la note ci-dessous résume les principales observations faites.

Les ardoisières exploitées, situées dans la commune de Perlé (Grand-Duché de Luxembourg), sont au nombre de quatre, dont deux à Martelange-Rombach (hameau de la dite commune), une à Perlé même et la principale à Haut-Martelange (aussi hameau de Perlé); c'est cette dernière qui a été visitée par les deux Sociétés géologiques, le 18 septembre, et dont nous allons nous occuper spécialement.

Elle est ouverte souterrainement dans un gisement important de schiste fissile appartenant au système coblentzien, étage taunusien. L'inclinaison Nord-Sud est de 70° environ, et la direction va du Nord-Est au Sud-Ouest. Ce gisement atteint environ 70 mètres de puissance et se compose presque uniquement de couches compactes de

schiste de 4 à 6 mètres, séparées entre elles par de petits lits d'argile de 5 millimètres environ appelés « pourris »; ceux-ci se continuent d'un bout à l'autre des bancs suivant un plan parfait. Le plan de stratification (pourri) est plus incliné que le plan de fissilité d'environ 10°. Les couches présentent ordinairement des joints naturels les recoupant en tous sens et quelquefois sont affectées par des dérangements: failles, plissements, etc. On ne rencontre qu'assez rarement des fossiles et ils sont méconnaissables. Le schiste est d'un beau bleu foncé et est très résistant. Il nous est impossible de fixer l'origine de l'exploitation du gisement de Haut-Martelange (et Martelange); toutefois des documents ont démontré que la fabrication des ardoises de notre région remonte à près de trois siècles. L'exploitation du schiste ardoisier se fait en descendant « par la méthode par gradins avec piliers abandonnés ». Elle prend par cette méthode l'aspect d'une série de chambres intérieures juxtaposées, d'environ 12 mètres de longueur en direction et séparées entre elles par ces piliers intermédiaires de consolidation, taillés normalement à la direction et d'environ 5 mètres d'épaisseur. Ces derniers servent de supports naturels à la voûte taillée en pleine roche schisteuse et qui sert de toit à l'exploitation.

Les gros blocs de schiste abattus sont débités au fond en morceaux de 75 kilogrammes environ, chargés sur des wagonnets et remontés à la surface par des treuils. Ils sont conduits ensuite aux ateliers de fendage. C'est là que les ouvriers débitent le schiste en feuillets de 4 millimètres environ d'épaisseur, au moyen de ciseaux. Ces feuillets passent alors aux découpoirs mécaniques et à main qui leur donnent les formes d'ardoises qu'on connaît.

Après la visite des ardoisières, nous gagnons l'hôtel de la Maison Rouge, puis, après le déjeuner, le tram de 13 h. 01 qui nous ramène jusqu'à Attert. Nous ne manquons pas d'admirer, en montant, le spectacle ravissant qu'offre la vallée de la Sûre, vue de différentes boucles du lacet que décrit la ligne du vicinal pour atteindre les hauteurs de la forêt d'Anlier.

Nous suivons à pied la ligne d'Attert à Bonnert pour accomplir la seconde partie du programme de la journée : l'étude du Trias et du Lias inférieur au Nord d'Arlon. Le temps étant très réduit entre les heures de train, nous sommes forcés de nous en tenir à une observation assez rapide, d'écourter les explications, quitte à les reprendre à la séance du soir.

Le conglomérat observé le matin à la bordure de l'Ardenne nous paraît appartenir au Keuper inférieur, et non au grès bigarré parce

qu'il est immédiatement surmonté un peu plus au Sud, entre Luchert et Nobressart, du Keuper supérieur : les marnes compactes ou Steinmergel-Keuper des géologues allemands.

De Post à Attert, des deux côtés du ruisseau de l'Attert, on observe des escarpements de poudingues et grès que nous rangeons également dans le Keuper inférieur (photo 3).

La première tranchée rencontrée pendant notre promenade pédestre, à partir d'Attert, est creusée aussi dans le Keuper inférieur, et nous y remarquons des bancs de grès et de poudingues, des couches d'argile rouge, du sable de même couleur, des lentilles de conglomérat meuble, alternant sans ordre bien déterminé.

A l'entrée de la tranchée suivante, nous observons, au-dessus de minces alternances de couches de marnes violettes et gris vert, un banc de grès verdâtre un peu dolomitique, que je suis enclin à prendre comme limite entre le Keuper inférieur et l'assise des marnes compactes. Le banc a été observé en maints endroits dans la région toujours au même niveau, et il ne se retrouve pas plus haut. Le Keuper inférieur est nettement formé d'éléments gréseux, graveleux ou caillouteux; le Keuper supérieur, de marnes compactes avec intercalation de bancs de dolomie; c'est ce que montre la coupe qui représente toute la formation au Sud d'Attert, ainsi que le contact avec le Rhétien. (Voir la planche et photo 4.)

La troisième tranchée est remarquable par la présence de ce contact, qui se fait par l'intermédiaire des argiles noires schistoïdes rhétiennes, reposant sur les marnes grises keuperiennes. Ici le Rhétien n'est représenté que par la base, la partie supérieure ayant été dénudée.

Nous passons rapidement les trois tranchées suivantes, creusées dans le Hettangien marneux que nous avons étudié le deuxième jour entre Orsainfang et Rossignol, et nous arrivons au pied de l'escarpement de la Côte Rouge, formé par le calcaire sableux de Florenville et le sable de Metzert, au sujet duquel nous rappellerons ce que nous avons dit antérieurement [Lias moyen et inférieur et Trias des environs d'Arlon (*Bulletin de la Société belge de Géologie,* t. XXII, Procès-verbaux)] :

« La partie supérieure de ce talus vertical est constituée par des bancs de grès à ciment calcareux alternant avec des couches de sable. Les bancs de grès et le sable sont généralement moins colorés par l'oxyde de fer qu'ils ne le sont dans le Virtonien. Les bancs de grès, d'épaisseur variable, ne sont pas continus; ils sont souvent interrom-

pus par des poches de sable, soit que le calcaire nécessaire à la cimentation des grains de sable ait fait défaut en ces endroits, soit qu'il ait été entraîné par les eaux d'infiltration chargées de gaz carbonique. Vers le haut se rencontrent par places un ou deux bancs entièrement pétris de moules de cardinies ou remplis de cavités autrefois occupées par ces coquilles. »

Dans l'escarpement de la Côte Rouge, immédiatement en dessous des bancs de grès calcareux, se trouve une couche de sable fossilifère d'où une collection de beaux fossiles ont été extraits sous la direction du regretté Victor Dormal et ont été expédiés au Musée royal d'Histoire naturelle après avoir été enrobés dans le plâtre, à cause de leur friabilité. Ces fossiles appartiennent à la faune de Hettange.

Sous les alternances de grès et de sables du calcaire sableux de Florenville se présente, dans l'escarpement de la Côte Rouge, une puissante assise de sable de 20 à 25 mètres d'élévation, dans laquelle s'observent de rares rognons gréseux.

Ce sable est cohérent et se maintient facilement en talus vertical.

Les habitants du village voisin de Metzert y creusent des trous au pied de la colline pour y remiser leurs provisions d'hiver : pommes de terre et betteraves qui s'y conservent très bien à l'abri de la gelée et de la pluie.

De grandes diaclases verticales le traversent; les parois de l'une sont imprégnées d'un dépôt ferrugineux par l'infiltration d'eau de surface; d'autres sont tapissées d'un enduit de tuf calcaire ou d'un revêtement noir charbonneux. Jusqu'au pied du talus, à une distance de 25 à 30 mètres du plateau couvert de végétation, descendent dans ces longues fentes des filaments radiculaires serrés les uns contre les autres et formant une couche aplatie, qui fait penser aux plantes séchées entre les feuilles d'un herbier (photo 5).

Les sables de Metzert et le calcaire sableux de Florenville forment une falaise très marquée, dont le versant abrupt est tourné vers le Nord, tandis que le versant Sud, beaucoup plus adouci, vient mourir au pied des buttes de sable virtonien. Cette même falaise peut se suivre vers l'Est, au delà de la frontière, où elle forme la limite Sud du bassin de l'Attert, et par delà l'Alzette, au sud de Medernach, Eppeldorf, dans le Grand-Duché et même jusqu'en Prusse. Cette disposition est, comme on le sait, générale dans le bassin de Paris, dont les terrains secondaires luxembourgeois constituent l'extrémité Nord-Est : si l'on parcourt la région du Nord au Sud, on y observe une série de

gradins à bords abrupts tournés du côté des terrains anciens, à pentes adoucies vers les couches plus récentes, dont les talus raides sont constitués par des couches gréseuses ou calcareuses de grès de Luxembourg, des sables ou grès virtoniens du macigno d'Aubange, de l'oolithe ferrugineuse et du calcaire de Longwy, et les plats par les formations marneuses : marnes de Jamoigne, marne de Strassen, schiste d'Ethe, schistes et marnes de Grandcourt. M. le baron Greindl a rappelé qu'au pied de ces terrasses coulent une série de rivières subséquentes.

Du bout de la Côte Rouge nous nous dirigeons à travers bois pour rejoindre la ligne du vicinal et voir une zone de séparation très nette et très remarquable entre les sables de Metzert et le calcaire sableux de Florenville.

Terquem et Piette décrivent comme suit cette limite : « Le banc (qui sépare la zone à *Ammonites angulatus* de la zone à *Ammonites bisulcatus*), quel qu'il soit, qui se trouve au contact de ces strates, a une surface onduleuse qui porte la trace de l'action des flots ; des huîtres et des plicatules y sont attachées. Des milliers de saxicaves y ont creusé des trous, dans lesquels on les retrouve encore... Ces huîtres, ces plicatules et ces saxicaves n'ont pu se fixer sur la roche ou dans son intérieur que lorsqu'elle était solidifiée... Dans presque tous les endroits, un mince lit de grès coloré en brun par l'hydroxyde de fer apparaît au contact des deux terrains. » (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XIX, 19e année, 1861-62, p. 336.)

A ce même sujet, Joly, dans l'ouvrage déjà signalé (p. 128), s'exprime ainsi :

« Dans le facies sableux, le mince lit de grès ferrugineux signalé au contact de la zone à *Schlotheimia angulata* et de la zone à *Arietites bisulcatus* par Terquem et Piette, ainsi que la surface couverte d'huîtres et percée de saxicaves sur laquelle il repose, ne s'observe pas dans le Luxembourg belge. »

Voici, d'autre part, ce que nous avons écrit dans le texte explicatif du levé géologique de la planchette d'Arlon, mai 1910, exécuté pour le Service géologique de Belgique :

« Le sable de Metzert forme le soubassement du calcaire sableux de Florenville et constitue avec cette dernière formation le grès du Luxembourg. On peut l'observer dans son plein développement, 20 à 25 mètres, et avec ses caractères lithologiques distincts de ceux de *Sna*^{s}, dans le puissant escarpement de la Côte Rouge, à la route de Bastogne, dans une carrière située à l'Est de Lischert, que longe le

chemin de Lischert à Viville, dans le bois de Beynert, au croisement de la route d'Arlon à Oberpallen et du chemin de Guirsch à Bonnert; mais à moins d'une coupe fraîche, il est difficile d'établir la limite précise des deux assises gréseuses. On peut dire en général que le calcaire sableux de Florenville forme, dans le haut des versants, des vallons signalés précédemment; le sable de Metzert en constitue la base. Nous avons pu observer cette limite précise le 6 avril 1910, en présence de MM. Benecke et Van Werveke de Strasbourg, Steinmann de Bonn, Kaiser de Giessen, et d'autres membres de la Société géologique du Bas-Rhin, dans une carrière à proximité du vicinal Arlon-Martelange, où se voit la coupe suivante :

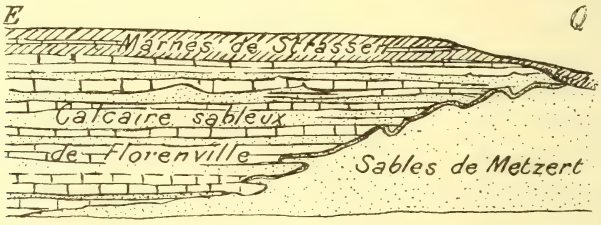


Fig. 4.

» La coupe est faite parallèlement à la direction des assises. La séparation entre Sna^s et Htb^s est très nette et, comme on le voit, très irrégulière. Les sables de Metzert sont de teinte très claire, les calcaires et sables de Florenville sont plus bruns.

» Les géologues allemands ont vu, comme nous, dans les faits observés, une preuve d'un arrêt dans la sédimentation et du retour de la mer après régression, la ligne sinueuse de contact indiquant une discordance nette de stratification; à noter aussi la mince couche de sable coloré en brun par l'hydroxyde de fer au contact des deux terrains. »

Le temps nous presse. Pour pouvoir prendre le tram, nous devons esquiver une très belle coupe de la marne de Strassen.

Nous coupons au court à travers bois et rejoignons la ligne derrière Bonnert, au niveau de Vra^{si}, formé d'alternances de sables et de bancs de grès jaune brunâtre.

Enfin nous atteignons la gare de Bonnert, où nous avons juste le temps de voir une petite faille de tassement très nettement marquée dans les deux talus et dans le sol de la gare, qui met le Vra^{ss}, d'une part, en contact avec le Vra^{mm}, de l'autre, avec le Vra^{si} (photo 6).

A notre rentrée à Arlon, nous allons jeter au Belvédère de Saint-

Donat un coup d'œil d'ensemble sur le panorama qu'on y découvre, l'un des plus beaux de la Belgique. Malheureusement, les brumes de l'horizon nous empêchent de jouir de toute l'étendue du spectacle que l'on y observe en temps ordinaire; nous y voyons cependant une série des terrasses signalées précédemment et qui caractérisent si bien le bassin de Paris, en lui donnant en coupe l'aspect d'un escalier couché.

Séance du lundi soir 18 septembre 1911.

La séance est ouverte à 20 heures, sous la présidence de M. C. Malaise, président de la session, dans une salle de l'*Hôtel du Nord*, à Arlon.

La parole est donnée à M. A. Jérome, qui résume rapidement comme suit les observations faites au cours de la journée du 17 septembre :

Nous avons suivi la bordure des terrains secondaires du Luxembourg le long de l'Ardenne, sans atteindre toutefois le terrain primaire.

A Orsainfang, nous avons vu le Rhétien formé de sables compacts, cohérents, surmontés d'argile noire avec bancs de grès à cailloux roulés, au sommet de la tranchée. Ces grès représentent le grès de Rossignol, qui, d'après Dormal, forme la base de l'Hettangien; c'est l'équivalent de la marne d'Helmsingen qui existe à l'Est. M. Joly considère ce grès comme rhétien. Ces deux géologues basent leur détermination sur la faune.

Une seconde tranchée nous a montré un dépôt diluvien formé de limon avec cailloux anguleux de roches primaires.

Dans une troisième tranchée, nous avons observé les marnes noires de Jamoigne, avec bancs calcaires; ces couches renferment *Schlotheimia*, *Lima gigantea*. Un peu au Nord, dans une petite carrière, on exploite des bancs de calcaire argileux et gréseux, paraissant appartenir à un niveau un peu inférieur; nous y avons observé des cailloux roulés; on pourrait donc admettre qu'ils représentent la suite des grès de Rossignol.

En arrivant près de Rossignol, nous avons observé dans la tranchée du vicinal la partie supérieure du Keuper inférieur, se présentant à l'état de conglomérats meubles au-dessus, tandis que dans le bas il forme un poudingue très compact.

Nous nous sommes alors dirigés vers le Sud; dans le village de

Rossignol, nous avons revu le Keuper inférieur et, à la sortie du village, le Rhétien avec les mêmes caractères que dans la tranchée du vicinal, puis les grès à cailloux roulés correspondant au grès de Rossignol.

Nous avons traversé la grande plaine correspondant au passage des marnes de Jamoigne. Après avoir traversé le hameau de Mesnil, nous avons monté une côte raide jusqu'au château de Villemont, où nous avons observé un niveau de sources à la base du calcaire de Florenville, au contact des marnes de Warcq ; nous avons constaté que l'ensablement s'élève dans la série des couches, car les marnes de Warcq ont bien ici le facies marneux, alors qu'à l'Est de ce point elles sont remplacées par un facies sableux.

Sur la hauteur, nous avons observé des sables jaunâtres, facies anormal des calcaires sableux de Florenville.

Nous avons ensuite gagné Bellefontaine, puis, par chemin de fer, Virton ; en passant, nous avons vu dans les tranchées des affleurements du calcaire sableux de Florenville, puis du calcaire sableux d'Orval et enfin le Virtonien.

L'après-midi, nous sommes allés à Buzenol, où nous avons, dans une carrière, près de la gare, observé le calcaire sableux de Florenville surmonté par le calcaire sableux d'Orval. Un banc tout pétri de coquilles et renfermant des *Belemnites* nous a paru devoir constituer la base de l'assise d'Orval, des Bélemnites n'existant pas dans le calcaire de Florenville. Sous ce banc particulier, nous avons observé des lentilles calcaires englobées dans du sable et surmontant des bancs plus réguliers de calcaire sableux. Dans cette carrière, nous avons remarqué un point où les roches sont toutes bouleversées par suite d'un affaissement; les blocs sont couverts d'un enduit blanc de tuf calcaire; il s'agit d'un ancien passage d'une source dont le cours s'est modifié par la suite.

Descendant ensuite la vallée de Buzenol, nous sommes arrivés à une ancienne forge catalane, près de laquelle on voit encore des scories; sur l'autre rive du ruisseau, nous avons été étudier un dépôt de tuf en voie de formation. La source qui forme ce dépôt sort probablement au contact des calcaires d'Orval et de Florenville. Là s'est terminée notre excursion.

M. Questienne. — N'y a-t-il pas de couche d'argile à l'endroit de la source?

M. Jérome. — Il existe parfois de l'argile à ce niveau; mais sa présence n'est pas indispensable pour expliquer la formation d'une source; le banc du calcaire coquillier peut arrêter les eaux.

M. Questienne. — M. De Rauw et moi avons constaté qu'il y a, en réalité, deux points d'émergence, dont l'un est à sec actuellement.

M. Jérome résume ensuite les observations faites au cours de la journée du 18 septembre :

Nous avons d'abord visité les ardoisières de Haut-Martelange appartenant à une zone correspondant aux phyllades d'Alle; la direction des couches est NE-SW et leur inclinaison de 70° Sud; la puissance exploitable est de 50 à 60 mètres. Dans la région de Martelange, il y a, en réalité, plusieurs bandes ardoisières parallèles; à Martelange même, il y en a une exploitée sur une échelle moindre qu'à Haut-Martelange; au Sud de ce point, il existe les ardoisières de Perlé, dans le Grand-Duché de Luxembourg.

L'après-midi, nous avons étudié le Secondaire, le matin nous avions observé déjà le contact du Secondaire et du Primaire. Le Trias vient buter contre le Primaire, il se présente sous forme d'un conglomérat très important représentant une formation littorale au pied d'une falaise.

L'après-midi, nous avons vu la même formation au Sud d'Attert; le conglomérat forme lentille dans le sable. Au-dessus se voit un banc gréseux dolomitique qu'on peut prendre pour la limite entre le Keuper inférieur et conglomératique et le Keuper supérieur formé de marnes alternant avec des lits de dolomie se débitant en morceaux irréguliers à cassure conchoïdale.

Dans une tranchée suivante, nous avons revu la même assise, surmontée, cette fois, en concordance par le Rhétien débutant par une argile noire schistoïde; en d'autres endroits, on trouve du sable ou des lits de cailloux ; au sommet de la tranchée nous avons, d'ailleurs, observé la présence de quelques cailloux roulés.

Nous avons vu ensuite les marnes d'Helmsingen, puis les marnes de Jamoigne. A la Côte Rouge se trouve le sable hettangien, sable de Metzert qui a 40 mètres de puissance; il ne contient pas de bancs de grès; parfois on y trouve des rognons gréseux et de minces bandes irrégulières d'argile. A d'autres endroits, par contre, il existe, à la base des sables de Metzert, des bancs de grès semblables à ceux de l'assise de Florenville. Les sables de Metzert sont couronnés par des bancs à beaux fossiles.

Au sommet de la côte, nous avons observé le calcaire sableux de Florenville et, après une promenade à travers bois, nous sommes arrivés à une carrière, près de la ligne vicinale, où l'on voit un contact très remarquable des sables de Metzert et du calcaire sableux de Florenville.

Au sommet de la carrière, nous avons vu la base des marnes de Strassen.

Avant d'atteindre Bonnert, nous avons observé, le long du vicinal, les grès et sables de Virton. Ce grès se distingue de celui de l'assise de Florenville parce qu'il s'altère plus facilement, se casse irrégulièrement et donne de mauvais moellons; le grès de Luxembourg, au contraire, est très employé comme pierre de construction.

Nous avons observé ensuite la marne moyenne surmontée par le sable virtonien supérieur qui, parfois, contient des bancs de grès.

Enfin, à la gare de Bonnert, nous avons constaté le passage d'une faille produisant un rejet de 3 à 4 mètres.

M. Burton. — Pourquoi le grès dolomitique a-t-il été pris comme limite entre le Keuper inférieur et le Keuper supérieur?

M. Jérome. — C'est une limite lithologique; j'ai observé ce grès à l'Est et à l'Ouest de la région que nous avons visitée; il existe donc sur une assez grande étendue; de plus, on ne rencontre pas de banc de grès dans les marnes qui le surmontent. D'après la composition lithologique, on peut admettre que le Keuper inférieur est un dépôt littoral, tandis que le Keuper supérieur s'est déposé loin de la côte; le banc de grès appartient plutôt à la formation littorale et doit donc former le sommet du Keuper inférieur.

M. Anthoine. — Quelle est la teneur en $MgCO^3$ des dolomies du Keuper supérieur?

M. Jérome. — On possède des analyses industrielles de dolomies semblables exploitées dans le Muschelkalk dans les vallées de la Sûre et de la Moselle. Je ne pourrais cependant affirmer qu'on ait fait de semblables analyses pour les dolomies du Keuper supérieur.

M. Malaise. — Est-il bien certain que ces roches sont des dolomies?

M. Jérome. — La chose est certaine, j'en ai fait des analyses qualitatives.

M. Anthoine. — Le sable virtonien a-t-il un intérêt industriel?

M. Jérome. — Il est employé dans les usines comme sable de fonderie, car il est parfois un peu argileux. Parfois il est très siliceux, comme c'est le cas à Stockem : il est alors employé pour la fabrication des briques réfractaires siliceuses dans le bassin de Longwy.

M. Lohest. — Dans la tranchée au Nord de Nobressart, on voit un cailloutis buter contre le Coblencien comme au pied d'une falaise. On peut se demander s'il s'agit d'un conglomérat en place ou remanié. Lorsqu'on le voit en place, il se présente souvent à l'état de roche dure, comme nous avons pu le voir en passant en chemin de fer près de Nobressart; dans la tranchée, au contraire, on ne voyait qu'un amas de cailloux; je n'ai donc pas la conviction absolue qu'il s'agit d'un dépôt au pied d'une falaise.

L'étude de ces conglomérats serait fort intéressante à faire. Dans le Keuper, nous avons vu un conglomérat reposant sur du sable; j'en ai examiné sommairement les éléments et au Sud de l'anticlinal de l'Ardenne je dois déclarer que je ne connais pas de roche semblable à celle de cailloux de quartzite lustré qui s'y trouvent en abondance; il ne s'agit, en tout cas, pas d'une roche cambrienne.

Ce fait a, pour moi, une grande importance. Ces conglomérats ne proviennent pas de la désagrégation du sous-sol, puisqu'ils reposent sur des sédiments meubles. On doit supposer que ce sont des cordons littoraux. Leur étude pourrait indiquer de quel côté se trouvait le continent à l'époque jurassique; je n'ai pas vu de roche qui me parût provenir incontestablement de l'Ardenne; un caillou me paraît même, à première vue, être du phtanite carbonifère. Ce fait peut paraître extraordinaire eu égard à la configuration actuelle de notre pays; mais nous ne savons pas à quel point était arrivée la désagrégation de l'Ardenne au moment du dépôt des couches jurassiques.

Mais, si l'on démontrait que certains éléments des conglomérats des terrains secondaires ne viennent pas de l'Ardenne, on voit quelle complication il en résulterait dans le tracé de la répartition des terres et des mers à cette époque; on arriverait peut-être à conclure que la mer Jurassique couvrait toute la Belgique.

M. Jérome. — M. Van Werveke est d'avis que le cailloutis que nous avons observé au Nord de Nobressart pourrait être diluvien. Je lui ai fait remarquer qu'à l'Ouest, sur le plateau, il existe un dépôt de graviers que j'ai considéré comme diluvien, alors que, précédemment, on

l'avait rangé dans le Keuper. Le dépôt n'est pas à l'état de roche agglomérée; mais nous avons remarqué, à Rossignol, que la partie inférieure du Keuper était à l'état de roche dure, tandis que la partie supérieure était à l'état meuble par suite de l'altération superficielle.

M. Lohest. — C'est aussi le cas pour le poudingue de Malmédy.

M. Burton. — M. Thomas a étudié le Trias Sud-Ouest de l'Angleterre dans le Devonshire; il arrive à la conclusion qu'à l'époque triasique il existait un continent au Sud.

M. Jérome expose ensuite le programme de la journée du lendemain :

Nous partirons de la gare d'Arlon où affleure le Virtonien marneux avec inclinaison Sud-Est; dans les tranchées du chemin de fer, nous pourrons voir, en passant, les couches sableuses de la formation supérieure de cet étage. Sur ces sables reposent des macignos et des marnes; ces couches sont très développées à Autel où elles sont très fossilifères. En chemin de fer nous traverserons la zone des schistes d'Ethe, puis celle du macigno de Messancy.

Près d'Athus, nous verrons le macigno d'Aubange; et, en nous rendant à Rodange, nous observerons successivement les schistes bitumineux et les marnes de Grandcourt pour atteindre ensuite la formation ferrugineuse de la base du Bajocien. Nous visiterons la minière de la Société Ougrée-Marihaye, ainsi qu'une minière à ciel ouvert.

La visite des minières doit avoir lieu sous la direction de M. Dondelinger, mais il est à craindre que notre confrère, indisposé, ne puisse pas nous accompagner.

M. Malaise remercie M. Jérome des explications qu'il vient de donner, et la séance est levée à 21 h. et demie.

Excursion du mardi 19 septembre.

Le Lias moyen et supérieur. Visite des minières de Rodange.

Partis d'Arlon à 7 h. 06, nous recoupons successivement le Vra^{mi} (première tranchée) observé en détail le premier jour, qui, dans la gare même d'Arlon, prend contact avec le Vra^{mm} par atténuation et dispa-

rition du Vra^{si}, puis le Vra^{ss} (2e et 3e tranchée), gréseux et sableux dans le bas, uniquement sableux dans le haut. Un peu avant la gare d'Autel, une tranchée a sa base dans Vra^{ss}, son sommet dans Vra^{ms}.

Nous entrons dans *Vrb* (argile schistoïde d'Ethe) après Autel, dans *Vrc* un peu avant Messancy. A la hauteur de Longeau, entre Messancy et Athus, nous avons le *Vrd* sur les versants abrupts du vallon où court la voie ferrée. Une bonne coupe de cette assise s'offre à notre droite, un peu avant l'entrée en gare d'Athus. (Voir planche de photographies : 7.)

Quelques coupes médiocres de *Vrb* se trouvent dans les tranchées entre les arrêts de Sélange et de Turpange, mais la rapidité du déplacement en chemin de fer nous empêche de les observer convenablement.

A la sortie du train, nous nous engageons sur la route de Petange, et au bout du village d'Athus, sur le chemin de Rodange, où dans un talus, tout près de la première maison à gauche, nous découvrons un affleurement du macigno d'Aubange *Vrd* : il est très fossilifère, et nous recueillons *Amaltheus spinatus*, *Rhynchonella*, *Plicatula spinosa*, des *Belemnites*, etc. Un peu plus loin s'observe dans le talus du chemin la première assise du Toarcien; les schistes bitumineux de Grandcourt ou schistes cartons, *Posidonienschiefer* des géologues allemands, très fossilifères, riches en empreintes de poissons, dont l'un d'entre nous a d'ailleurs trouvé un beau spécimen. Les schistes bitumineux disparaissent bientôt sous les alluvions de la Chiers et du ruisseau de Messancy.

A cet endroit, nous rencontrons M. Dondelinger, qui a bien voulu prendre la direction de la suite de l'excursion et nous envoyer la note suivante, ainsi que les croquis qui s'y rapportent.

Note de M. Dondelinger.

Montée de Rodange.

Nous passons les Jurensismergel, marnes de Grandcourt ($T_o b$) de la station au village de Rodange. La partie supérieure est gréseuse, mais la côte bâtie en partie est couverte de détritus. Sur la hauteur, affleurement de la formation minière.

Les couches sont en partie exploitées à ciel ouvert; les marnes supérieures (micacées, 18m) délitées par les pluies sont venues s'écouler

dans les excavations et couvrent déjà en partie les haldes des exploitations.

Nous longeons la ligne industrielle des chemins de fer Prince-Henri. Elle ne transporte que de la minette dont la majeure partie provient du « fond de Gras », que nous allons visiter.

Nous atteignons d'abord un des principaux sièges d'extraction de la Société d'Ougrée-Marihaye, division de Rodange, dont nous venons de traverser l'imposante nouvelle usine le matin même en venant d'Athus.

Devant nous s'élève, sur une hauteur de 15 mètres, le front de taille de l'ancienne exploitation à ciel ouvert où nous reconnaissons sur les indications de notre guide la succession des diverses couches minières qui fournissent les minettes luxembourgeoises.

Le croquis joint donne l'échelle entière de la formation ferrugineuse dans le bassin de Differdange-Lamadelaine, c'est-à-dire sur la rive gauche de l'Alzette. Il y a généralement trois couches exploitables par galerie. A ciel ouvert, toutes les cinq couches fournissent de la minette.

Une galerie d'une ouverture de 3 × 2 mètres débouche au pied de la côte; c'est l'accès de la couche noire qui, plus loin à l'intérieur, conduit aussi dans le gisement de la mine grise superposé; l'intervalle stérile entre ces deux gisements est par endroit réduit à $0^{m}50$, de sorte que les deux couches s'exploitent aussi ensemble, système que l'Administration des Mines ne tolère qu'en cas exceptionnel à cause du plus grand danger de blessures par chute de pierres.

Une petite montée nous conduit au niveau de la couche rouge où sont installés les bureaux de la mine. Une galerie principale y aboutit et envoie continuellement des rames chargées au versage de l'accumulateur. Un funiculaire y soutire la minette et la transporte en ligne droite aux hauts fourneaux éloignés de 1 $^{1}/_{2}$ kilomètre.

Les wagonnets à minettes sont d'une forme spéciale en usage dans toute la région luxembourgeoise. Ils contiennent 1 500 à 2 000 kilos de minettes et versent de côté.

Plus loin nous voyons une exploitation à ciel ouvert, ouverte à flanc de coteau et où trois couches se trouvent en exploitation.

Les couches calcareuses supérieures affleurent au sommet du front de taille.

Sur une certaine étendue, ces couches calcareuses sont venues s'asseoir sur le stérile qui forme le mur de la couche rouge; au niveau de celle-ci émergent de gros rondins de bois. Ce sont les boisages de

cette couche rouge exploitée en galerie et dont le toit s'est effondré depuis longtemps.

Quelques fossiles sont ramassés sur le carreau de la minière : *Gryphea ferruginea*, un débris de *Pecten*, des *Belemnites*, *Belemnites breviformis*. Nous cherchons la fameuse ammonite *Dumortieria Levesquei*, le leit-fossil qui caractérise les assises inférieures de la formation.

Nous entrons dans le « fond de Gras », vrai trou à minette d'où sortent jour par jour 2,500 tonnes par une douzaine de galeries.

La plus grande partie de cette minette va à des usines belges. Elle contient généralement 37 % de fer, 14 à 15 % de silice et 5 à 6 % d'oxyde calcique avec 0.80 de phosphore.

La Société de Thy-le-Château vient d'installer une station électrique pour la traction et l'éclairage dans ses galeries.

La Société de la Providence, dont les usines se trouvent à Marchienne-au-Pont, s'est installée pour une exploitation importante. Elle possède au « fond de Gras » une concession domaniale de 30 hectares.

La Société d'Athus y possède 26^{hect}50 et Thy-le-Château 40^{hect}50 en pleine exploitation.

Ce concessible domanial, en possession de sociétés étrangères, leur a été cédé par des compagnies exploitant des lignes de chemins de fer dans le Grand-Duché.

L'État grand-ducal, qui réserve d'ordinaire les mines domaniales aux usines indigènes, a accordé 705 hectares de mines à trois compagnies de chemins de fer pour la construction et l'exploitation de 275 kilomètres de voie, à savoir :

Prince-Henri.	190
Secondaires	40
Cantonaux	45
	275

Les concessions accordées aux maîtres de forges indigènes sont payées par ceux-ci à raison d'une rente cinquantenaire de 750 resp. 800 francs par hectare.

Ce qui équivaut à un prix de 13 692 resp. 20 584 francs, le premier prix étant calculé au taux de 5 % du capital, le second à 3 %. Ce dernier est applicable aux concessions accordées en 1898.

Nous traversons la côte par une galerie principale de la Société de

la Providence, qui nous fait aboutir à Lamadelaine. Nous avons l'occasion de visiter quelques chantiers en exploitation, l'un ouvert en avancement et un autre en dépilage ou foudroiement. C'est-à-dire qu'on exploite la couche en enlevant progressivement toute la minette, le toit étant provisoirement soutenu par des soutiens dits « chandelles ». Ceux-ci s'écrasant sous la charge de la montagne, le toit éboulé vient combler le vide en couvrant le mur. Le mouvement se continue jusqu'à la surface où se produisent, avec un affaissement général de toute la hauteur de la couche exploitée, des crevasses et des fentes dans les champs et les bois. L'exploitant en est responsable et préfère acheter ces terrains sous lesquels il exploite, pour éviter toutes discussions avec le propriétaire quelquefois récalcitrant.

Sortis de la galerie, rendus au soleil automnal d'une caresse fort agréable, nous cheminons le long de la voie industrielle, traversons le village de Lamadelaine et aboutissons après une demi-heure de marche à la station de Rodange d'où, après un rafraîchissement bien mérité, nous nous embarquons pour Athus.

A la descente du train, nous avons encore le temps d'explorer la grande tranchée pratiquée dans les schistes bitumineux au Sud de la gare, où nous trouvons des Ammonites et des Bélemnites, puis, après un excellent déjeuner auquel nous faisons honneur, nous prenons le train de Florenville.

A notre arrivée en gare, la nuit tombe et nous ne pouvons faire qu'une visite hâtive à la belle coupe pratiquée à proximité, dans la marne de Jamoigne, pour le tracé du vicinal Marbehan-Sainte-Cécile. M. Fourmarier relève l'inclinaison des couches qui est de 4° au Sud-Sud-Est.

Cette constatation et la comparaison avec la coupe de la tranchée de la ligne à grande section, au Sud-Est, donnée très exactement par M. Henry Joly dans l'ouvrage cité (*Le Jurassique inférieur et moyen*, etc.), nous prouve que toute la tranchée appartient à l'Hettangien *Htbm*, tandis que la tranchée de la grande voie est presque totalement dans le Sinémurien (marne de Warcq), la base seule appartenant à l'Hettangien.

Il ne nous reste plus qu'à nous rendre à l'hôtel pour le dîner et la séance du soir.

Séance du soir du mardi 19 septembre 1911

La séance est ouverte à 20 heures, sous la présidence de M. Max Lohest, vice-président de la session, dans une salle de l'Hôtel central, à Florenville.

La parole est donnée à M. A. Jérome qui résume, en s'aidant d'une carte d'ensemble de la région, les observations faites au cours de la journée :

Nous avons observé successivement le macigno ferrugineux d'Aubange, le Toarcien et le Bajocien formant les points élevés de la région. Dans le niveau du macigno d'Aubange, il existe des couches dures et des marnes. Les bancs durs se fissurent facilement. Par les diaclases, les eaux pénètrent aisément et suivent les bancs durs pour atteindre la vallée. Ces bancs sont affouillés à la base et ont une tendance à s'incliner vers la vallée. Il peut se produire ainsi des glissements de terrain, et ce phénomène donne lieu à la production de terrasses. On a vu de mémoire d'homme se produire de tels mouvements de terrain.

Le minerai de fer de la base du Bajocien est formé d'oolithes ferrugineuses réunies par un ciment. Étudiées au microscope, les oolithes se montrent constituées par des couches disposées concentriquement autour d'un noyau formé parfois d'un organisme microscopique; on en a conclu que les oolithes sont dues à l'action de ces organismes qui ont attiré le fer; parfois, on n'observe pas d'organisme, mais on a, dans ce cas, supposé qu'il a disparu par la suite. Le ciment réunissant les oolithes contient aussi une certaine proportion de fer.

En ce qui concerne l'origine des gisements, certains auteurs admettent que le minerai est venu du sein de la terre sous forme de sources ferrugineuses alignées suivant des cassures. C'est l'idée de M. Villain.

D'autres, au contraire, admettent que le fer vient du continent; pour quelques auteurs, le fer a formé directement les dépôts; pour d'autres, il existait primitivement des couches de calcaire oolithique; des eaux ferrugineuses, arrivant au contact de ces calcaires, les transformaient en minerai oolithique. Parmi les auteurs partisans de l'origine continentale, certains admettent que le fer est venu des Vosges.

MM. Van Werveke et Blum sont d'avis qu'il provient des schistes à Posidonies (schistes bitumineux de Grandcourt), qui renferment de la pyrite (la teneur en fer de ces schistes est de 2 °/₀) et que le fer se serait disposé primitivement à l'état de glauconie.

Nous avons constaté qu'il existe plusieurs couches de minerais de fer. Dans la couche verte, située à la partie inférieure de la formation ferrugineuse, on trouve de la pyrite et un silicate de fer; ce silicate serait de la glauconie d'après M. Van Werveke et de la bertiérite d'après M. Joly.

En ce qui concerne la quantité de minerais que contiennent les différents bassins et leur capacité productive d'année en année, le tableau suivant, dressé par M. Bailly sur des bases discutables, il est vrai, pose le problème économique de la sidérurgie chez nos puissants voisins d'une façon saisissante :

On a évalué la quantité de minerais qui peut exister dans le bassin minier.

Grand-Duché de Luxembourg . .	3,600 hectares	300 millions de tonnes.
Lorraine allemande	42,000 —	2.200 —
		ou 1,600 —
		suivant une autre estimation.
France	43,186 —	5,000 millions de tonnes.
		ou 2,500 —

M. Lohest. — Je remercie vivement M. Jérome de la communication qu'il vient de nous faire et de toutes les choses intéressantes qu'il nous a montrées, et je le félicite de la façon remarquable dont il a préparé et dirigé les excursions.

Auparavant, les géologues hésitaient à venir étudier le Jurassique du Luxembourg parce que les affleurements sont rares et difficiles à trouver. M. Jérome a su surmonter ces difficultés et nous a montré des affleurements et des coupes du plus haut intérêt. (*Applaudissements.*)

M. Jérome. — Je remercie M. Lohest des éloges qu'il vient de m'adresser; je suis très heureux d'avoir pu intéresser ceux qui ont bien voulu répondre à notre invitation et je serai largement récompensé de mes peines si vous êtes satisfaits de vos excursions. (*Applaudissements.*)

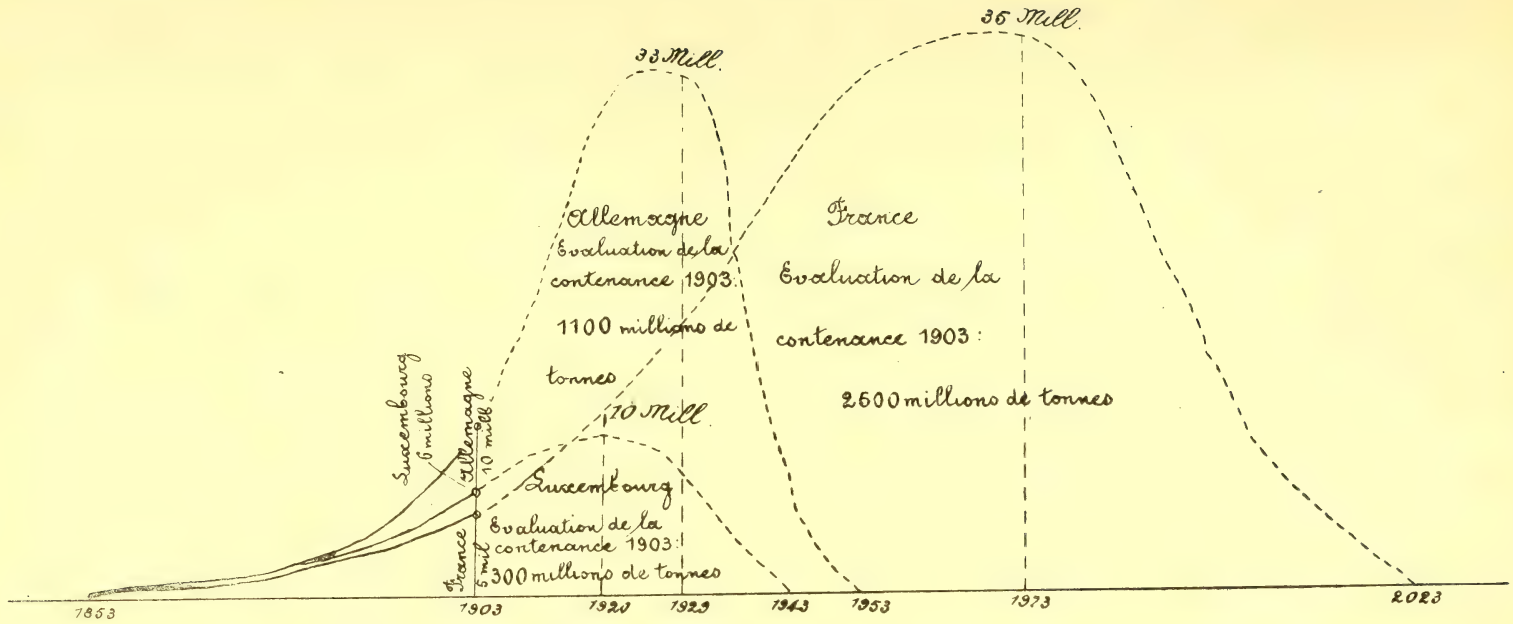


Fig. 5. — Tableau comparatif de la réserve et de l'exploitation de la minette en Lorraine et dans le Grand-Duché de Luxembourg.

La parole est donnée à M. Fourmarier, qui expose comme suit le programme de la journée du lendemain, qui doit clôturer la session extraordinaire :

La course que nous allons faire demain ne se rattache peut-être pas directement à l'étude d'ensemble des terrains secondaires que nous avons faite au cours des journées précédentes. Cependant, lundi nous avons visité la région des ardoisières de Martelange, étudiant ainsi le soubassement sur lequel reposent les terrains secondaires près de notre frontière Est; demain, nous verrons les terrains primaires près de notre frontière Sud, ainsi que les assises inférieures du Jurassique, et nous aurons l'occasion d'examiner le contact de ce dernier terrain avec le sous-sol primaire. Nous pourrons donc rattacher les observations de notre dernière journée d'excursion avec celles des journées antérieures.

Il est une raison d'ordre pratique qui m'a porté à proposer à la Société de la conduire aux environs de Muno et de Sainte-Cécile : le pays, à cause du manque de moyens de communication, est très difficile d'accès; pour nous y rendre, il fallait profiter de ce que nous étions déjà dans la région. D'autre part, l'établissement de la nouvelle ligne de chemin de fer de Bertrix à Muno a nécessité le creusement d'une série de grandes tranchées qui sont actuellement toutes fraîches et se présentent donc dans les meilleures conditions possibles pour l'étude des terrains mis ainsi à découvert. Ces tranchées nous permettront notamment d'étudier le Cambrien du massif de Givonne, dans lequel il n'existait, avant la construction de la nouvelle voie ferrée, aucune coupe convenable; elles nous apportent en outre, en ce qui concerne le Dévonien, certains faits nouveaux d'une importance capitale.

Notre excursion aura donc un triple but : le premier consiste dans l'étude sommaire du Jurassique, le second dans l'étude du Cambrien et le troisième dans l'étude du Gedinnien et des roches éruptives qu'on y rencontre.

I. *Terrain jurassique.* — Nous ne nous arrêterons pas beaucoup au terrain jurassique que nous avons si bien étudié, sous la direction de M. Jérome, pendant les quatre premières journées de notre session extraordinaire. La route que nous suivrons pour nous rendre à Muno reste presque constamment sur l'importante masse des calcaires sableux d'Orval et de Florenville du Sinémurien; nous pourrons voir, en passant, qu'il existe quelques petites carrières dans ces calcaires;

ce n'est que lorsque nous descendrons dans la vallée de Lambermont et de Muno que nous atteindrons les marnes inférieures à ces calcaires ; d'abord les marnes de Warcq à *Gryphea arcuata*, puis les marnes de Jamoigne de l'Hettangien. Ce sont ces dernières qui, à l'extrémité Ouest de la zone jurassique du Luxembourg belge, reposent directement, avec localement un peu de conglomérat à la base, sur le terrain primaire. A l'Ouest de Sainte-Cécile, près de la ferme de Parensart, nous aurons l'occasion de voir admirablement bien le contact en discordance de stratification des marnes de Jamoigne sur le Gedinnien. Comme dans la région que nous avons parcourue ces derniers jours, M. Jérome nous a montré que les marnes de Jamoigne sont séparées des terrains primaires par une série d'autres couches jurassiques et triasiques, nous aurons ainsi la preuve que la transgression des mers secondaires s'est faite progressivement de l'Est, vers l'Ouest.

Les collines de Muno nous montreront très nettement les relations existant entre la composition géologique du sol et son aspect géographique; ces collines sont formées, à leur sommet, par les calcaires sableux, tandis que leur base est constituée par les marnes; sur ces dernières, le sol est en pente douce; sur les calcaires, le versant devient tout de suite plus abrupt.

II. *Terrain cambrien.* — Le terrain cambrien que nous étudierons au Nord de Muno appartient au massif de Givonne, qui marque l'axe de l'anticlinal limitant au Sud le grand synclinal de l'Eifel. Ce massif forme une étroite bande allongée de l'Ouest à l'Est, limitée au Nord par le Dévonien du bord Sud du bassin de l'Eifel et au Sud par le Jurassique du Nord de la France. Il vient se terminer près du village même de Muno. Les tranchées que nous visiterons intéressent donc son extrémité orientale.

Le Cambrien de Givonne est, en somme, mal connu parce que, partout où il affleure, la région forme un haut plateau couvert de bois; les affleurements sont peu nombreux et les coupes rares et discontinues. La coupe que nous verrons demain vient donc combler une véritable lacune pour l'étude des terrains primaires de l'Ardenne.

Je rappellerai ici que A. Dumont a tracé le massif de Givonne sur sa carte géologique de la Belgique et a rangé dans son étage revinien toutes les roches qui le constituent.

M. le Prof^r J. Gosselet, dans son grand ouvrage *L'Ardenne*, tout en reconnaissant la similitude qui existe entre les roches cambriennes de

Givonne et celles de son assise de Revin, trouve qu'il existe cependant entre elles des différences suffisantes pour en faire deux assises distinctes; il crée l'assise des quartzites de Givonne qui, comme son nom l'indique, serait formée principalement de quartzite.

Nous pourrons constater que cette roche est loin d'être prédominante, tout au moins dans l'Est du massif; l'erreur commise s'explique aisément: les coupes continues faisaient autrefois entièrement défaut; on n'avait à sa disposition que les tranchées des chemins ou quelques pointements de roches le long des cours d'eau; or, précisément ces pointements sont constitués surtout par les roches dures, les quartzites notamment, qui résistent mieux à l'érosion; c'est aussi de ces mêmes roches que sont formés les blocs et cailloux épars à la surface du sol; par contre, les roches phylladeuses sont presque complètement dissimulées.

La Carte géologique au 40 000e a adopté les idées d'André Dumont, et le Cambrien de Givonne y est représenté tout entier comme appartenant à l'étage revinien.

Au point de vue pétrographique, ce terrain est constitué principalement par des phyllades noirâtres; leur teinte est cependant assez souvent d'un gris violacé plus ou moins foncé, et même parfois gris verdâtre; elle est donc quelque peu différente du Revinien typique; les phyllades sont parfois zonaires et passent alors au quartzophyllade. Les quartzites sont noirâtres et contiennent, à certains endroits, des cubes de pyrite, comme c'est le cas habituellement dans les quartzites reviniens. La pyrite est abondante dans les roches du Cambrien de Givonne, tout au moins dans les tranchées que nous visiterons, et les eaux, après avoir passé sur ces roches, sont chargées d'hydroxyde de fer. Cependant la pyrite s'y trouve généralement en enduits ou en petits grains, et il est exceptionnel de la trouver en beaux cubes, comme on le voit habituellement dans les autres massifs cambriens.

Par leur aspect extérieur, les roches du Cambrien de Muno paraissent être très métamorphiques. C'est ainsi que l'ottrélite, qui se rencontre dans les roches les plus métamorphiques de l'Ardenne, y a été signalée par M. J. Gosselet, au Nord de Muno.

Plusieurs échantillons de phyllades venant de points différents des tranchées ont été soumis à un examen microscopique [1]; aucun de ces

---

[1] M. J Anten, professeur à l'Université de Liége, qui m'a beaucoup secondé dans la préparation de l'excursion, a taillé une série de lames minces dans les principales roches rencontrées et en a fait l'étude au microscope; je me suis borné à revoir la détermination des éléments principaux.

échantillons ne s'est montré nettement ottrélitifère; le phyllade est à pâte microlithique, sériciteuse, avec un peu de rutile (?) et des grains foncés paraissant être de l'oligiste; cependant une étude plus complète montrera peut-être que certains bancs de phyllades contiennent encore d'autres minéraux.

Si le microscope ne paraît pas indiquer une différence de métamorphisme bien notable entre les phyllades du massif de Givonne et ceux des massifs cambriens de l'anticlinal de l'Ardenne, l'aspect extérieur des premiers est cependant assez spécial; c'est ce que M. Gosselet a indiqué en leur donnant le nom de *schiste gaufré*. La surface des feuillets présente, en effet, une série de petites facettes scintillant à la lumière, ce qui donne à la roche l'aspect d'une peau de chagrin. A première vue, tous les échantillons de phyllade paraissent contenir une quantité de petits cristaux; l'étude microscopique montre que, pour beaucoup d'entre eux, il n'en est rien. On ne doit y voir, à mon avis, qu'une déformation intime de la roche due à une compression extrêmement énergique.

Outre les phyllades de divers aspects et des quartzites noirs, nous observerons, en deux endroits, une roche très particulière pour le Cambrien belge et que, pour ma part, je n'ai rencontrée jusqu'à présent que dans les tranchées de Muno.

D'après l'examen que M. Anten et moi en avons fait, cette roche est formée essentiellement de mica blanc en grandes lamelles, ce qui lui donne l'aspect d'un micaschiste; les lamelles de mica sont, en général, orientées suivant le feuilletage de la roche, mais un bon nombre d'entre elles sont normales aux feuillets; le mica englobe de petits grains de quartz, et ses feuillets s'incurvent autour d'eux, montrant en lame mince une structure fluidale très nette; on y voit aussi de petits cristaux allongés, jaunâtres, qui sont probablement du rutile; on observe, en effet, les macles caractéristiques de ce minéral; enfin, il existe peut-être aussi du feldspath. En brisant un fragment de la roche, j'ai découvert un gros cristal de quartz violet.

On peut se demander si cette roche avait originellement cette structure, ou bien si elle est la conséquence du métamorphisme qui a affecté la région.

La grandeur des paillettes de mica, leur orientation parfois dans tous les sens, avec cependant prédominance suivant le feuilletage, la présence de gros cristaux de quartz, l'existence de microlithes de rutile, tous ces caractères me paraissent démontrer qu'il s'agit bien d'une roche très métamorphique, à laquelle je donnerai le nom de *pseudo-micaschiste*.

La présence de cette roche, nettement interstratifiée dans les phyllades cambriens, confirme donc l'impression qui se dégage de l'examen des roches des tranchées de Muno, à savoir que le Cambrien est ici plus métamorphique que dans les massifs alignés suivant l'axe de l'anticlinal de l'Ardenne. Je rappellerai cependant que M. Malaise m'a fait observer qu'il y a une certaine analogie entre les roches cambriennes des massifs de Givonne et de Serpont. J'ajouterai à cela que ce dernier massif se trouve précisément compris dans la zone la plus métamorphique de l'anticlinal de l'Ardenne; la ressemblance des roches des deux massifs tient peut-être à ce qu'elles ont été affectées de part et d'autre par un métamorphisme plus considérable.

Il est cependant bon d'observer que tout notre Cambrien est métamorphique et qu'il est bien délicat de vouloir affirmer que les roches d'une région ont subi des transformations plus considérables que celles d'une autre région; la composition originelle des couches, notamment, peut intervenir pour une grande part dans les modifications qui se sont produites sous l'influence des agents de métamorphisme; pour constater des différences, on ne peut se baser que sur l'aspect général des roches et sur la présence de certaines roches plus spécialement modifiées.

Si nous passons maintenant à l'étude de la tectonique du Cambrien des environs de Muno, nous remarquons que si, dans les grandes lignes, les déformations de ce terrain répondent à l'allure observée dans les autres massifs cambriens, il existe cependant des différences appréciables et sur lesquelles nous croyons devoir attirer spécialement l'attention.

Le Cambrien de Muno est plissé, et les plis sont déversés vers le Nord, comme c'est habituellement le cas dans le Cambrien de l'Ardenne; on y observe des failles, et ces failles qui paraissent, pour la plupart, avoir très peu d'importance, inclinent également vers le Sud, à part quelques-unes qui ont un pendage Nord.

En général, dans les massifs cambriens de l'anticlinal de l'Ardenne, — et j'envisage surtout les massifs de Rocroy et de Stavelot, — les plis sont fortement comprimés et, comme le déversement des plis vers le Nord constitue une règle générale, toutes les couches inclinent au Sud, et la présence d'inclinaisons Nord ne s'observe que localement, au voisinage de la charnière des plis, par exemple.

Dans les tranchées au Nord du village de Muno, l'allure n'est pas tout à fait la même; les plis ont en général une amplitude très faible et ils paraissent être peu continus en direction; il arrive souvent que

les deux flancs d'un même pli n'atteignent pas le parallélisme si fréquent dans les massifs de Rocroy et de Stavelot. Aussi, à Muno, on observe fréquemment des couches presque horizontales ou légèrement ondulées; l'allure en plateure domine souvent, sauf peut-être au voisinage de la bordure Nord; en ce dernier point, nous observerons des couches à pente Nord bien nette, suivies de couches presque verticales.

Les couches paraissent donc *a priori* moins fortement plissées que dans les autres massifs cambriens de l'Ardenne. En réalité, je crois que la déformation n'a pas été moins intense; seulement, elle s'est manifestée peut-être avec moins d'amplitude, mais en affectant les roches d'une manière plus profonde et en y produisant notamment ce gaufrage si particulier des phyllades. On dirait véritablement que le mouvement des strates a été en quelque sorte gêné par suite d'une charge trop grande, opposant une résistance trop considérable au mouvement de la matière.

La chose peut s'expliquer aisément : il est tout naturel d'admettre que le massif de Givonne a été soumis à des efforts latéraux tout aussi considérables que les autres terrains primaires de l'Ardenne lors du ridement final de la région; mais nous pouvons aussi supposer avec quelque vraisemblance qu'il a eu à supporter une charge de sédiments plus grande que les massifs cambriens situés plus au Nord. On sait qu'en Belgique l'épaisseur des terrains primaires va en croissant du Nord au Sud; aussi, lorsque le terrain cambrien de Givonne a subi les derniers efforts de plissement qui lui ont donné sa structure tectonique actuelle, il avait à supporter une charge plus grande; il se déformait donc dans des conditions différentes de celles qui existaient pour le Cambrien de l'anticlinal de l'Ardenne, situé plus au Nord. Les mouvements des strates étaient donc plus difficiles, et les déformations (plissements, failles) des couches se sont traduites par des chiffonnages de moindre amplitude, mais se multipliant pour ainsi dire à l'infini en donnant naissance au gaufrage des schistes.

C'est également, à mon avis, la cause du métamorphisme plus intense du Cambrien de Muno; les roches ne pouvant se déplacer aussi facilement, l'effort s'est traduit par une modification de leur structure pétrographique et y a fait naître des éléments nouveaux.

Voilà donc deux points que nous aurons à étudier sur place : métamorphisme et allure tectonique différents de ce que l'on observe dans le Cambrien des autres massifs.

Nous pourrons aussi discuter un peu la question de l'âge de ce

terrain. Faut-il en faire du Revinien? Faut-il en faire une assise spéciale? Comme nous pourrons le constater dans les tranchées, il y a tant d'analogies avec le Revinien typique, que je crois préférable de le rapporter à cet étage. Les différences que l'on constate ne sont peut-être pas toutes originelles; elles sont sans doute, en partie tout au moins, la conséquence des modifications subies par les roches en se métamorphisant.

Dévonien. — Nous passerons alors à l'étude des premiers termes du Dévonien qui s'étend au Nord et à l'Est du massif cambrien de Givonne. Entre le ruisseau des Roches et la ferme de Parensart, où nous quitterons les tranchées du chemin de fer et où se termine l'excursion, nous observerons les trois assises inférieures du Gedinnien : le poudingue de Fépin *Ga*, les schistes de Mondrepuits *Gb* et les schistes d'Oignies *Gc*. Je vais dire quelques mots de la constitution de ces assises, sans m'y arrêter beaucoup cependant, leur description étant mieux à sa place lorsque nous les verrons sur le terrain.

Le poudingue de Fépin, base du Gedinnien, est formé de cailloux parfois volumineux de quartzite réunis par un ciment siliceux et non pas argileux, comme le dit M. Gosselet dans *L'Ardenne,* tout au moins dans les tranchées que nous visiterons. La roche est métamorphique et le ciment est transformé en quartzite, de telle sorte que, dans une cassure fraîche, le poudingue se présente avec l'aspect d'un quartzite compact. L'altération sous l'action des agents atmosphériques fait toutefois apparaître nettement la structure conglomératique. A certains endroits, le ciment contient des minéraux accentuant son aspect métamorphique, mais je n'en ai pas fait l'étude.

L'épaisseur du dépôt de poudingue est assez variable d'un point à l'autre, comme je l'expliquerai tout à l'heure; nous en verrons, en effet, deux affleurements séparés l'un de l'autre par une faille.

Sur le poudingue reposent des roches compactes qui ont l'aspect de certaines cornéennes de la zone métamorphique de l'Ardenne; en fait, elles n'en ont pas tout à fait la composition; d'après l'étude microscopique sommaire que M. Anten et moi nous en avons faite, elles sont formées de petits grains de quartz réunis par un ciment phylliteux.

Il est intéressant de constater que les roches de la base du Dévonien sont relativement métamorphiques, alors que nous verrons, au contraire, dans l'assise même de Mondrepuits, des schistes ayant l'aspect habituel de ce terrain.

Nous trouverons, en effet, au-dessus de ces roches compactes de la base, des schistes zonaires ; sur ceux-ci reposent des schistes compacts, mais, comme nous le verrons tout à l'heure, la compacité de ces schistes s'explique par la présence d'une roche éruptive. La partie supérieure de l'assise *Gb* contient une série de bancs très fossilifères.

Sur ces derniers reposent des schistes verts et rouges, bigarrés, accompagnés de quelques bancs de grès que nous observerons un peu avant d'atteindre la ferme de Parensart, à l'Ouest de Sainte-Cécile. Je rangerai ces schistes, dont la couleur est bien différente de celle de roches inférieures, dans l'assise des schistes bigarrés d'Oignies, bien que sur la Carte géologique au 40 000e (feuille de Florenville-Izel), Gustave Dewalque ait fait passer à cet endroit l'assise de Mondrepuits *Gb*. Il est juste de dire que, à part les nouvelles tranchées, les affleurements de Gedinnien sont rares et mauvais, et il n'est pas étonnant que ce savant géologue ait adopté une autre interprétation.

Je ferai remarquer que le passage entre les deux assises *Gc* et *Gb* est progressif et que le tracé de leur limite séparative est fort délicat. D'ailleurs, dans l'assise *Gb*, sous les bancs fossilifères de la partie supérieure, on voit déjà apparaître quelques bancs de schiste bigarré.

Jusqu'à présent, on a donné à l'assise d'Oignies, au Sud du synclinal de l'Eifel, une épaisseur très réduite par rapport à celle qu'elle a au Sud du bassin de Dinant. En admettant l'interprétation que je viens d'indiquer, on augmente beaucoup sa puissance au Sud du bassin de l'Eifel, et l'anomalie disparaît.

Avant d'aborder le dernier point de cet exposé, il me reste à dire quelques mots du contact entre le Cambrien et le Dévonien et de l'allure de ce dernier.

Nous observerons une première fois ce contact dans la tranchée du chemin de fer, au Sud du ruisseau des Roches. Contre les derniers bancs presque verticaux du Revinien, on voit tout à coup buter des couches de schiste compact inclinant assez faiblement vers le Nord ; ces schistes ne sont plus du Cambrien ; ils sont identiques aux schistes de l'assise de Mondrepuits qui recouvrent le poudingue de Fépin. La disposition seule des couches indique un contact par faille; la cassure est à peu près verticale, légèrement ondulée.

Au delà de ces bancs inclinant faiblement au Nord-Est, nous verrons réapparaître un peu de Cambrien, puis, immédiatement, le poudingue de base du Gedinnien et les couches qui le surmontent, inclinant également vers le Nord; cette réapparition du Cambrien

au delà du premier affleurement de Gedinnien est évidemment due à une faille.

Au delà de ce second affleurement de Gedinnien, nous verrons réapparaître à nouveau le Cambrien sur lequel repose le poudingue de Fépin surmonté de schistes compacts; comme dans les affleurements précédents, les couches inclinent vers le Nord et nous devons admettre qu'il existe une troisième faille identique comme effet et comme importance à la deuxième.

Sur un très court espace, nous rencontrons donc trois failles qui paraissent appartenir à un même système; l'une d'elles, visible dans la tranchée du chemin de fer, est à peu près verticale, et sa direction est approximativement parallèle à celle des couches dévoniennes. Nous pouvons supposer que les deux autres ont une allure identique, bien que leur rejet se fasse en sens inverse de celui de la première.

L'origine de ces failles est difficile à déterminer, parce qu'on n'en connaît qu'un point de passage; nous n'avons pas pu, jusqu'à présent, rechercher leur prolongement à l'Est et à l'Ouest.

Comme il existe des failles affectant les terrains secondaires de la cuvette du Luxembourg, on peut se demander si les cassures que nous verrons n'appartiennent pas au même réseau. Nous n'avons pas pu déterminer leur âge; nous savons seulement qu'elles sont postérieures au Gedinnien. Mais n'ont-elles pas affecté le Jurassique enlevé aujourd'hui par érosion? S'il en était ainsi, on devrait retrouver leur prolongement dans le Jurassique qui s'étend à l'Est de la voie ferrée. La Carte géologique n'indique pas de faille dans cette région. Il serait cependant peu admissible que des cassures aussi importantes — leur rejet ne doit pas être de beaucoup inférieur à 100 mètres — n'aient pas été reconnues dans une région à couches horizontales, où des rejets bien moins importants se marquent parfois avec une grande netteté.

Il est donc très probable qu'elles sont antérieures au dépôt des terrains secondaires; toutefois, rien ne prouve que leur rejet ne s'est pas accentué quelque peu après la formation du Jurassique; il faudrait un levé très détaillé de la région pour résoudre ce problème.

Comme ces failles sont à peu près parallèles à la direction des couches dévoniennes, on pourrait admettre qu'elles ont été produites, lors du plissement de l'Ardenne, par une sorte de chevauchement de la partie centrale du bassin de l'Eifel sur ses bords. On peut aussi les considérer comme le résultat d'un effondrement antésecondaire.

Des observations ultérieures nous diront, sans doute, ce qu'il faut penser de ces diverses hypothèses.

Dans la zone des failles, les couches du Gedinnien ont une inclinaison faible vers le Nord-Est. Au fur et à mesure qu'on s'avance vers la ferme de Parensart et que l'on s'élève dans la série des couches, on voit l'inclinaison augmenter progressivement, et près de la ferme de Parensart les strates sont presque verticales. A part cela, l'allure est très régulière et il ne paraît pas y avoir de faille importante.

Roche éruptive dans le Gedinnien. — J'en arrive maintenant à l'un des points les plus importants que nous aurons à examiner. Je veux parler de la présence d'une roche éruptive dans le Gedinnien. Dans l'assise de Mondrepuits, avant d'atteindre les bancs très fossilifères de la partie supérieure, nous observerons des pointements d'une roche éruptive indiscutable, qui recoupe la stratification des couches sédimentaires avoisinantes.

Cette roche est de teinte gris-bleu, ce qui lui donne l'aspect d'une roche calcareuse; par altération, elle devient gris jaunâtre ou gris verdâtre; elle s'écrase alors facilement et présente des cavités tapissées parfois d'un enduit brunâtre.

En l'examinant à l'œil nu, on y distingue de gros cristaux de feldspath et de calcite; ces derniers pénètrent parfois dans le feldspath ou même y sont inclus. M. Anten et moi, nous avons procédé à l'étude microscopique sommaire de la roche; elle est formée de petits cristaux de plagioclase entre lesquels s'intercalent des plages de mica noir et de calcite; ce dernier minéral pénètre parfois dans les cristaux de feldspath de plus grandes dimensions; comme minéraux accessoires, il existe de petits grains très réfringents, remplis d'inclusions, dont nous n'avons pu déterminer la nature jusqu'à présent; la présence de grands cristaux dans une pâte à éléments beaucoup plus petits donne à la roche une structure porphyrique très nette.

Une analyse chimique rapide de la roche indique la présence d'une certaine proportion de phosphore ; il pourrait donc y avoir de l'apatite; l'examen microscopique ne nous a pas révélé l'existence de ce minéral.

La roche éruptive dont nous venons de donner la description présente les caractères principaux des kersantites; nous n'y avons pas vu d'augite ni d'amphibole, comme dans les véritables kersantites, mais, même dans ces dernières roches, ces minéraux ne sont pas primordiaux.

Dans la sixième tranchée de la voie ferrée, nous observons deux beaux affleurements de la roche éruptive; le plus occidental est le plus puissant, et nous y verrons admirablement les caractères de la roche non altérée, notamment les grands cristaux de feldspath et de calcite. Plus à l'Est, vers le milieu de la tranchée, on voit un autre pointement d'apparence stratiforme; la roche y est fortement altérée; au microscope et même à l'œil nu, malgré les différences dues à l'altération, on reconnaît aisément qu'il s'agit de la même roche. Les masses principales de roche éruptive ont l'aspect de bancs d'épaisseur variable allongés suivant la direction Nord 60° Est; ils s'inclinent vers le Sud-Est.

Au voisinage de la roche éruptive se trouvent des schistes compacts, de teinte gris-bleu, qui, à première vue, paraissent être calcareux : un simple essai à l'acide montre qu'il n'en est rien. L'étude microscopique prouve qu'il s'agit d'un schiste métamorphique formé de microlithes phylliteux enchevêtrés en tous sens et englobant quelques petits grains de quartz.

Ces schistes sont traversés par une série de diaclases ayant approximativement la même allure que les masses de roche éruptive et notamment que la masse stratiforme située à l'Est des masses principales.

Quel est l'âge de cette roche éruptive? Elle est évidemment postérieure au Gedinnien dont elle recoupe les strates. Est-elle plus récente que toute notre série primaire? C'est un point que nous ne pouvons pas résoudre actuellement; disons seulement que les kersantites sont considérées généralement comme étant d'âge postcarbonifère.

En tout cas, sa composition ne permet pas de la rattacher aux roches éruptives de l'Ardenne française; elle appartient à un type tout à fait différent.

C'est la première fois que l'on signale une roche éruptive dans le Dévonien de l'Ardenne. Cela ne doit pas, cependant, nous étonner outre mesure; près de Trèves, dans le Dévonien inférieur bordant au Sud la cuvette de terrains secondaires du Luxembourg, on connaît de nombreux pointements de roches éruptives.

A un point de vue général, la découverte d'une roche éruptive dans le Gedinnien de l'Ardenne a une importance capitale.

Il n'est pas douteux que les roches au contact de la venue éruptive ont subi une transformation bien nette se traduisant par une grande compacité des schistes et une structure cristalline. C'est évidemment là un argument pour les partisans de la théorie de l'origine pluto-

nienne du métamorphisme spécial de certaines régions de l'Ardenne.

Je crois cependant qu'il ne faut pas exagérer les conclusions que l'on pourrait tirer de cette observation. La roche éruptive a bien produit un certain métamorphisme dans les roches qui sont à son contact immédiat; mais, dès qu'on s'éloigne de la venue éruptive, dès qu'on arrive notamment aux bancs fossilifères, l'influence de la roche éruptive ne se fait plus sentir. Aussi je crois que, pour nos régions ardennaises, le métamorphisme généralisé sur une grande étendue est un métamorphisme de profondeur dû à la pression et à la température sous une charge considérable de sédiments, et que la roche éruptive n'a pu produire qu'une influence locale, accentuant dans une zone restreinte les effets du métamorphisme régional.

M. Leriche. — M. Gosselet considère aujourd'hui le Cambrien de Givonne comme l'équivalent de son assise de Revin.

M. Lohest. — Je remercie vivement M. Fourmarier de la conférence qu'il vient de nous faire; ses observations, les faits nouveaux qu'il a découverts sont de la plus haute importance pour la géologie belge. (*Applaudissements.*)

La séance est levée à 21 heures $^3/_4$.

Excursion du mercredi 20 septembre.

Cambrien, Dévonien et Jurassique entre Muno et Sainte-Cécile.

Nous quittons l'*Hôtel central* à 6 $^1/_2$ heures du matin, et des voitures nous conduisent directement à Muno par la route de Sedan et le hameau de Lambermont. Nous voyons en passant, sans toutefois nous y arrêter, quelques carrières ouvertes dans les calcaires sableux d'Orval et de Florenville; la plupart de ces exploitations sont aujourd'hui abandonnées. Nous gagnons immédiatement la nouvelle ligne de chemin de fer Bertrix-Muno et nous commençons l'étude des tranchées par celle de la gare en construction, au Sud-Ouest du village, sur la rive droite du ruisseau des Turgeons.

Tranchée de la station de Muno.

La voie entame assez fortement la colline, donnant ainsi une bonne coupe dans le Jurassique. Nous nous trouvons en présence d'une succession de bancs de calcaire plus ou moins siliceux, bleu foncé, devenant rapidement jaunâtre par altération et généralement très fossilifère; les bancs de calcaire sont séparés par des lits plus ou moins épais de marne noirâtre. Cette formation appartient au niveau de la marne de Warcq (*Snam*) base du Sinémurien; le sommet de la colline est formé par le calcaire sableux de Florenville; un changement assez brusque dans la pente du sol permet de se rendre compte très approximativement du passage de la limite entre les deux assises. Toutes les collines avoisinantes se présentent d'ailleurs avec les mêmes caractères géographiques.

Nous quittons la voie ferrée pour jeter un rapide coup d'œil sur la tranchée du chemin qui longe, à l'Ouest, l'emplacement de la gare.

Le chemin se trouve à un niveau topographique un peu supérieur, mais les roches qui affleurent appartiennent à la même formation que les précédentes; ce sont des alternances de bancs de calcaire et de marne; au sommet de la tranchée se trouve un banc plus épais de calcaire très fossilifère, contenant notamment de nombreuses *Gryphea arcuata*. On y trouve aussi *Montlivaultia Guettardi*; ce banc est démantelé et altéré par l'érosion, et les fossiles se trouvent tout dégagés de la roche; les excursionnistes peuvent faire une ample moisson de Gryphées.

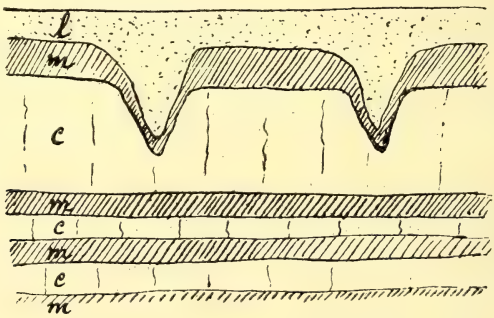


Fig. 6.

l = limon; *m* = marne; *c* = calcaire.

Nous avons l'occasion de voir ici un curieux effet de l'action dissolvante des eaux superficielles sur les roches calcareuses du Lias.

L'étude d'une des parois de la tranchée montre que la dissolution du calcaire du gros banc supérieur a été plus intense à certains endroits, de sorte qu'une série de poches plus ou moins rapprochées et de profondeur variable y ont été creusées; la marne noire surmontant le banc calcaire et le limon superficiel de teinte brunâtre y ont été entraînés prenant l'allure indiquée au croquis figure 6.

Lorsque l'on compare les deux parois de la tranchée on remarque que les poches de dissolution se correspondent de part et d'autre, formant une série de longs chenaux presque parallèles, suivant la ligne de plus grande pente du sol.

Ce fait montre que le phénomène s'est produit à une époque relativement récente et continue, selon toute vraisemblance, à se produire de nos jours.

Tranchée du chemin à l'Ouest de la voie ferrée, au Nord du ruisseau des Cailloux.

Nous nous dirigeons ensuite vers le Nord en suivant la voie ferrée, et nous descendons dans la vallée du ruisseau des Cailloux que le chemin de fer franchit sur un haut viaduc. Le chemin qui monte vers le Nord, à quelques mètres à l'Ouest, nous donne une belle coupe dans le terrain cambrien.

Ce terrain se compose de phyllade noirâtre, feuilleté, dans lequel sont intercalés de petits bancs de quartzite; son aspect rappelle le Revinien; cependant, lorsqu'on examine les roches de plus près, on remarque une certaine différence.

C'est ainsi qu'on trouve des phyllades à petites facettes cristallines qui paraissent ottrélitifères ou ilménitifères; M. Gosselet a d'ailleurs signalé la présence de l'ottrélite dans la région même que nous traversons.

Mais, outre cela, les roches ont un aspect spécial; M. Gosselet les a désignées sous le nom de *schiste gaufré;* ce gaufrage est dû à une multitude de petites ondulations qui donnent à la surface l'aspect moiré de certaines étoffes ([1]).

Par suite de cette structure particulière, la roche exposée à la lumière paraît être très cristalline; le scintillement de ces petites facettes donne l'apparence de paillettes cristallines (ottrélites); les

---

([1]) J. Gosselet, *L'Ardenne*, p. 78.

préparations microscopiques donnent cependant un aspect assez différent de celui qu'on s'attendrait à trouver d'après l'aspect extérieur.

Au microscope, la roche se montre formée d'une quantité de petits microlithes alignés parallèlement et englobant des grains noirs très nombreux et de toutes tailles dont nous n'avons pas pu déterminer jusqu'à présent la nature exacte, mais qui paraissent être de l'oligiste. On n'y voit pas d'ottrélite bien caractérisée; la présence de ce minéral n'est pas impossible, mais nous n'en avons pas vu de cristaux vraiment indiscutables.

A l'entrée de la tranchée, M. H. De Rauw trouve un échantillon de phyllade noirâtre paraissant tout rempli de petits cristaux.

Dans les joints de la roche, on remarque souvent une coloration rouge qui pourrait être due à l'altération de sels de fer y contenus; il est cependant plus probable qu'elle doit son origine à ce que le Cambrien aurait été recouvert ici d'un dépôt local de roches rouges secondaires, comme on en observe à certains endroits, notamment près de Sainte-Cécile, roches rouges qui auraient été enlevées par l'érosion.

M. Lohest trouve dans cette coloration rouge du Cambrien une confirmation de ses opinions sur l'extension du Trias.

Ces phénomènes de coloration sont en tous points semblables à ceux que l'on observe à Challes, dans le Revinien, en un point où l'on a la certitude de la présence ancienne du poudingue triasique de Malmédy sur le Revinien.

Il semble bien qu'il ne s'agit pas du produit de l'altération des pyrites, lesquelles donnent des irisations fort différentes de ce que l'on observe ici.

M. Jérome fait remarquer qu'il existe aux environs de Spa des phyllades à coloration rouge semblables à ceux-ci, sans qu'on puisse faire intervenir le Trias pour expliquer cette coloration.

M. Fourmarier montre que la coloration rouge n'existe pas ici dans la pâte même de la roche, mais seulement dans les joints. Ce serait donc une coloration d'apport.

Il rappelle que les phyllades coblenciens, souvent pyriteux, ne sont pas colorés en rouge au voisinage d'Herbeumont, alors que, plus à l'Est, cette coloration apparaît et augmente rapidement dès que l'on se rapproche des affleurements de roches rouges de la base du Secondaire.

M. De Rauw, à l'appui de ce qui précède, montre que la coloration rouge est absente dans le bas de la tranchée. Elle est donc superficielle.

Dans la moitié Sud de la tranchée, les couches inclinent de 20° à 30° vers le Sud, avec de petites ondulations secondaires, et le feuilletage est parallèle à la stratification.

L'allure générale est donc très régulière, mais on observe cependant la présence de quelques petites failles inclinant faiblement vers le Sud, ainsi que des chiffonnages d'amplitude faible en général.

Vers le milieu de la tranchée, les couches qui, sur une assez grande longueur, étaient horizontales, se replient en dressant à peu près vertical avec petits plis secondaires et sont coupées immédiatement par une faille inclinant à 45° au Sud. Le rejet de cette cassure ne paraît pas être bien important, car au delà on trouve les mêmes phyllades et quartzites que précédemment.

Plus loin, les couches, d'abord presque horizontales, sont coupées par une petite cassure à pente faible vers le Sud, puis se replient à nouveau en dressant renversé.

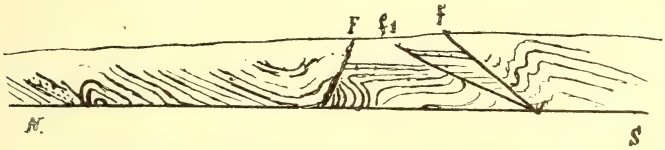


Fig. 7. — Paroi Est de la tranchée.

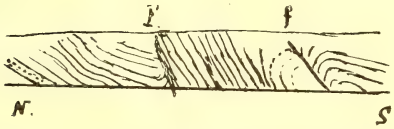


Fig. 8. — Paroi Ouest de la tranchée.

L'allure, ici, est plus complexe qu'au début, et les deux parois de la tranchée se présentent avec un aspect un peu différent. Sur la paroi Est, les couches en dressant sont coupées par une faille paraissant incliner au Nord et suivie de couches en plateure qui se poursuivent régulièrement sur trentaine de mètres au delà de la faille ; sur la paroi Ouest [1], les couches au delà de la première faille se mettent

[1] La figure a été renversée pour que les coupes des deux parois puissent être comparées plus facilement.

immédiatement en dressant, et la seconde faille paraît incliner ici vers le Sud, parallèlement aux couches; mais au delà de la cassure on retrouve la même allure en plateure, et les couches se correspondent d'une paroi à l'autre.

Dans ces couches en plateure, les quartzites sont plus abondants que précédemment et se présentent en bancs plus épais.

Sur la paroi Ouest de la tranchée, à une vingtaine de mètres au Nord des couches en dressant, on observe un affleurement de la roche à aspect très spécial que nous avons désignée sous le nom de pseudo-micaschiste. Cette roche paraît formée essentiellement de mica blanc en grandes lamelles, ce qui lui donne l'aspect d'un micaschiste. Outre le mica, on distingue de petits grains de quartz; au microscope, on reconnaît nettement ces deux minéraux. Le quartz se présente sous forme de grains de petites dimensions, et les paillettes de mica sont, en général, disposées parallèlement et s'incurvent pour entourer les grains de quartz, donnant à la roche une structure fluidale très nette dans les préparations faites perpendiculairement au feuilletage.

On remarque cependant qu'il existe aussi d'assez nombreuses paillettes de mica qui ne sont pas disposées parallèlement au feuilletage de la roche. Le microscope montre également dans cette roche la présence de nombreux petits cristaux de rutile; ces divers caractères semblent bien indiquer qu'on se trouve ici en présence d'une roche très métamorphique. Rappelons que nous avons trouvé dans un fragment de la roche un gros cristal de quartz de 9 à 10 millimètres de diamètre.

Sur la paroi Ouest, l'épaisseur du banc, mesuré perpendiculairement à la stratification, est de $1^{m}25$; on voit aisément qu'il est interstratifié dans des phyllades noirs inclinant de 30° au Sud et dont la direction est à peu près Est-Ouest.

Sur la paroi Est, à 30 mètres au Nord du point où commencent les couches en plateure, on trouve le prolongement du banc de ce pseudo-micaschiste; mais, au contact de ce banc, du côté Sud, les roches, au lieu de lui être régulièrement superposées, forment un pli en S fortement écrasé, dont la charnière fait un angle marqué avec la stratification et qui s'ennoie fortement vers l'Est.

Dans la partie Nord de la tranchée, on observe des phyllades noirs, d'aspect zonaire, formés de bandes minces alternativement noires et gris verdâtre. Au microscope, on voit que les parties claires sont formées surtout de séricite, tandis que les parties foncées ont le même aspect que dans les autres phyllades, avec, en plus, des cristaux de

rutile et de tourmaline (rare) et peut-être de zircon; on y observe, comme au début, des parties rougies par suite de l'altération. Les couches sont peu inclinées, et l'on y remarque de nombreux petits chiffonnages et de petites cassures dont le rejet est insignifiant.

A l'extrémité Nord de la tranchée, il existe une série de plis un peu plus importants, les couches se présentent successivement en dressants à peu près verticaux et en plateures très faiblement inclinées; toutefois l'allure en plateure est prédominante.

On trouve ici des phyllades à petits grains cristallins noirâtres, et les roches ont, comme dans toute la tranchée, l'aspect gaufré.

Première tranchée de la voie ferrée au Nord du viaduc de Muno.

Nous gagnons alors la voie ferrée, où une tranchée située un peu au Nord-Est du chemin précédent nous donne une autre coupe dans le Cambrien; cette coupe est surtout intéressante au point de vue de l'allure des couches.

Nous y voyons affleurer des phyllades noirs ou gris foncé, ternes, dans lesquels sont intercalés quelques bancs de quartzite; ces bancs deviennent prédominants à l'extrémité Nord de la tranchée.

Les couches, très redressées tout au début, se mettent bientôt en plateure presque horizontale, largement ondulée et seulement compliquée de quelques petits chiffonnages très localisés; cette allure persiste jusqu'au bout de la tranchée; les excursionnistes sont d'accord pour reconnaître que l'allure des couches du Cambrien en cet endroit est bien différente de l'allure habituelle du Cambrien des massifs de l'Ardenne.

Deuxième tranchée de la voie ferrée au Nord du viaduc de Muno.

Sur une longueur de 300 mètres environ, la voie est en remblai, et les observations ne sont pas possibles. Une petite tranchée nous montre alors des roches d'un aspect assez différent des précédentes, mais ressemblant cependant beaucoup à celles de la tranchée du chemin au Nord du ruisseau des Cailloux. C'est le point de la coupe où le Cambrien diffère le plus, comme aspect, du Revinien typique. On trouve ici des phyllades paraissant très métamorphiques au premier abord; leur teinte est noir violacé, et, comme les précédents, ils ont

l'aspect gaufré spécial au Cambrien des environs de Muno. Les phyllades paraissent ottrélitifères; toutefois des préparations microscopiques exécutées dans les roches de cette tranchée ne sont pas démonstratives à cet égard.

Troisième tranchée du chemin de fer.

Après avoir traversé un étroit ravin, la voie est de nouveau en tranchée; à l'entrée de celle-ci, on voit un peu de phyllade analogue à celui observé dans la tranchée précédente. La roche est moins altérée et un peu zonaire; une préparation microscopique y effectuée nous a permis de voir qu'elle est formée essentiellement de petits grains de quartz et de mica; elle contient aussi des bâtonnets de rutile.

A quelques mètres de l'origine de la tranchée apparaît du phyllade compact, très noir, pyriteux, accompagné de bancs de quartzite. C'est en ce point que le Cambrien des environs de Muno ressemble le plus au Revinien typique.

L'allure des couches n'apparaît pas nettement au premier abord, mais une étude attentive des deux parois paraît indiquer l'existence, à l'entrée de la tranchée, d'un pli renversé dont le flanc Nord est coupé par une faille inclinant à 40° environ vers le Sud (fig. 9); au Nord de

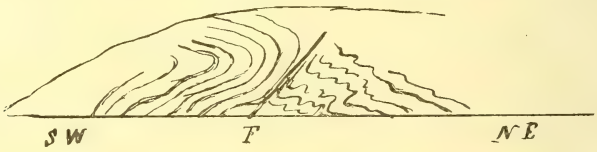


Fig. 9.

cette cassure, on trouve des roches analogues aux précédentes, c'est-à-dire des phyllades noirs et des quartzites. Le rejet produit par la faille ne paraît donc pas considérable, sans qu'il soit possible, toutefois, de l'évaluer; au Nord de la faille, les roches sont très chiffonnées, et contre la cassure on observe l'existence de couches fortement renversées. Ces roches paraissent très métamorphiques et semblent, notamment, contenir de l'ottrélite; mais les préparations microscopiques ne montrent pas nettement l'existence de ce minéral; la roche est formée essentiellement de mica et de petits grains de quartz.

MM. De Rauw et Anthoine trouvent cependant un banc de phyllade avec minéraux microscopiques qu'ils croient être de l'ottrélite ou plus probablement de l'ilménite.

Vers le milieu de la tranchée, les couches inclinent vers le Nord, avec une série de petits plis secondaires; on y rencontre un banc peu épais de roche très micacée, présentant une très grande analogie avec le pseudomicaschiste que nous avons observé dans la tranchée du chemin longeant la voie ferrée près du viaduc de Muno. Étudiée au microscope, cette roche se montre, en effet, formée essentiellement de mica blanc et de quartz, avec assez bien de pyrite, un peu de feldspath, un peu de rutile; les paillettes de mica sont pour la plupart disposées parallèlement au feuilletage de la roche; l'analogie entre les échantillons provenant des deux affleurements est donc frappante.

Immédiatement sous ce pseudomicaschiste, on observe un phyllade gris verdâtre, d'aspect très métamorphique, à pâte entièrement microlithique, avec petits grains de pyrite; au-dessus, au contraire, se trouvent des phyllades noirs, pyriteux, accompagnés de gros bancs de quartzite noir.

Toutes les roches qui affleurent dans cette tranchée sont très pyriteuses; la pyrite s'y présente de préférence en enduits à la surface des feuillets, mais parfois aussi en cristaux, comme c'est le cas dans le Revinien. Par suite de la grande abondance de ce minéral, les eaux qui traversent la roche se chargent d'une forte proportion de fer et, dans les rigoles ménagées au pied des talus, on les voit avec la teinte jaune d'ocre très prononcée et très caractéristique.

Plus loin, ces bancs sont très chiffonnés, et on y observe, notamment, des allures semblables à celles figurées par M. Gosselet pour le massif de Rocroy; le pendage Nord est prédominant; les bancs se redressent ensuite pour atteindre une pente de 85°; en même temps leur allure devient plus régulière au voisinage du contact avec le Dévonien; la direction est ici Nord 40° Ouest.

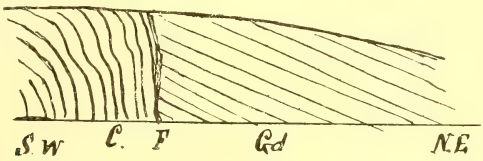


Fig. 10.

C. Cambrien. — *Gd.* Gedinnien. — *F.* Faille.

Avant d'atteindre l'extrémité Nord-Est de la tranchée, nous entrons dans le Dévonien, mis en contact avec le Cambrien par l'intermédiaire d'une faille.

Comme le montre le croquis figure 10, contre les couches cam-

briennes fortement redressées viennent buter des bancs inclinant de 30° environ vers le Nord et dont la direction est approximativement Nord 40° Est; leur aspect est totalement différent; ce sont des schistes verdâtres, compacts, paraissant assez fortement métamorphisés.

Comme nous le verrons par la suite, ces roches rappellent absolument par leur aspect celles qui reposent sur le poudingue de base du Gedinnien.

Dans ces roches on découvre quelques restes de fossiles.

La surface de contact entre ce terrain et le Cambrien est à peu près verticale, ou plus exactement inclinée au Nord-Est de 80 à 85°, sa direction est Nord 60° Ouest; elle est donc approximativement parallèle à la direction générale du plissement, la surface de faille est quelque peu ondulée.

M. P. Questienne fait observer que la période de sécheresse que l'on vient de traverser a eu pour effet de faire apparaître très nettement la différence entre le Cambrien et le Gedinnien au point de vue aquifère; les fossés creusés dans le Cambrien contiennent de l'eau qui s'écoule dans une direction opposée au contact; à l'endroit de celui-ci, la venue d'eau cesse brusquement, et le passage du contact est très bien marqué sur la plateforme du terrassement du chemin de fer; du côté du Cambrien, le sol est humide; du côté du Gedinnien, il est sec. Les roches du Cambrien sont donc beaucoup moins perméables que celles du Gedinnien.

A l'extrémité de la tranchée, nous atteignons la vallée du ruisseau des Roches.

Tranchée du chemin au Sud du ruisseau des Roches.

En suivant sur une centaine de mètres le chemin qui monte vers le Sud-Est contre la voie ferrée, nous atteignons le contact du Cambrien et du Gedinnien.

Ce point est situé un peu au Nord-Est du dernier affleurement visible dans la tranchée du chemin de fer.

Quelques pointements de phyllades noirs au pied de la tranchée nous montrent la présence du Cambrien, mais la stratification n'est pas visible à cause de la faible étendue de l'affleurement. Sur ce Cambrien repose le poudingue gedinnien.

Ce poudingue est formé de cailloux généralement assez volumineux

de quartzite; le ciment est siliceux et transformé lui-même en quartzite, de telle sorte que, dans une cassure fraîche, toute la roche paraît être du quartzite massif; ce n'est que dans les parties superficielles exposées à l'air depuis longtemps que l'altération, en donnant une teinte différente au ciment et aux cailloux, fait ressortir les contours de ceux-ci et montre que l'on se trouve en présence d'une roche conglomératique et non pas d'une roche compacte. Le rocher de poudingue, dont la base a été entamée pour l'établissement du chemin, alors que son sommet est resté exposé à l'air depuis un temps très considérable, montre nettement ces deux aspects de la roche.

Dans un bloc de poudingue, MM. Lohest et De Rauw observent la présence de grandes lamelles de mica; la roche paraît donc avoir subi un métamorphisme considérable.

Le poudingue se présente en bancs très épais; la stratification est cependant nette; les couches inclinent au Nord, d'abord fortement, puis un peu faiblement; l'épaisseur de la formation est d'une trentaine de mètres.

On remarque que le poudingue et les phyllades cambriens qu'il recouvre sont mis en contact avec les roches plus récentes, inclinant également vers le Nord-Est, de l'extrémité de la dernière tranchée de la voie ferrée; cette disposition ne peut s'interpréter qu'en supposant l'existence d'une faille; le plan de fracture n'est pas visible, mais on peut supposer que la faille a une allure analogue à celle qui a été observée au premier contact du Gedinnien et du Cambrien.

Sur le poudingue reposent des roches très compactes ressemblant beaucoup, comme aspect extérieur, à certaines cornéennes de la zone métamorphique de l'anticlinal de l'Ardenne. Ce sont les schistes de Mondrepuits, *Gb*.

Des préparations microscopiques montrent qu'elles sont, en réalité, formées principalement de grains de quartz englobés dans une pâte phylliteuse de teinte jaunâtre en lumière naturelle.

Au cours de l'excursion, on découvre un banc d'aspect très cristallin et très métamorphique.

Tranchée du chemin au Nord du ruisseau des Roches.

Nous passons alors sur l'autre rive du ruisseau des Roches et nous étudions la coupe le long du chemin qui longe au Nord-Est la voie

ferrée. Après un espace couvert à l'entrée du chemin, on aperçoit des débris et de mauvais affleurements de phyllade noir que tous les excursionnistes s'accordent à rapporter au Cambrien. Un peu plus haut apparaît le poudingue. Dans la tranchée du chemin de fer, en contrebas du chemin public, on voit le poudingue reposer sur des phyllades noirs altérés.

Cette réapparition du Cambrien et du poudingue gedinnien au delà des roches plus récentes du versant Sud du ravin ne peut s'expliquer que par une faille, analogue à celle qui passe un peu au Sud des premiers affleurements de poudingue.

L'allure de cette partie de la coupe peut s'interpréter comme le montre le croquis (fig. 11).

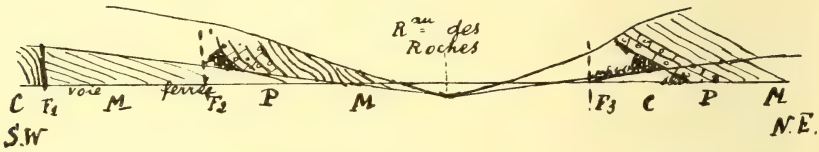


Fig. 11.

C. Cambrien. — *P.* Poudingue de Fépin. — *M.* Schistes de Mondrepuits. F_1, F_2, F_3. Failles.

Dans les affleurements au Nord du ruisseau des Roches, le poudingue a une épaisseur moindre qu'au Sud; elle n'est que d'une dizaine de mètres.

Les cailloux du poudingue sont ici plus faciles à distinguer de la pâte qui paraît être un peu plus argileuse que dans l'affleurement plus méridional.

Le poudingue forme la crête du versant Nord-Est de la vallée du ruisseau des Roches; de loin on aperçoit dans le bois plusieurs pointements de cette roche.

Le poudingue est surmonté de schiste compact noirâtre ou gris verdâtre foncé, très semblable à celui observé précédemment. On y découvre aussi des échantillons d'aspect très métamorphique.

Quatrième tranchée de la voie ferrée.

Nous reprenons notre course le long de la voie ferrée; la tranchée située sous le niveau du chemin, au delà du ruisseau des Roches, montre les mêmes roches que celui-ci, et nous ne nous y arrêtons pas.

La voie ferrée traverse en remblai une petite vallée et prend ensuite la direction Est-Ouest.

Cinquième tranchée de la voie ferrée.

La tranchée que nous rencontrons immédiatement après nous donne une bonne coupe dans les schistes gedinniens. Ces schistes sont gris verdâtre, zonaires et très régulièrement stratifiés; leur direction est approximativement Ouest-Nord-Ouest—Est-Sud-Est, et leur pendage 30° vers le Nord-Est.

M. Lohest fait remarquer que les schistes de Mondrepuits sont bien moins métamorphiques ici qu'au voisinage immédiat du poudingue; ils ont le facies normal tel qu'il se présente sur le bord Nord du massif de Rocroy, notamment à Macquenoise, et sur le bord Sud de ce massif; ils diffèrent cependant des schistes de ce niveau à Mondrepuits même.

Dans le dernier tiers de la tranchée, les schistes n'ont plus l'aspect zonaire; ils sont plus compacts. Au cours de l'excursion, on découvre, dans cette partie, au pied de la tranchée, quatre petits pointements d'une roche éruptive assez altérée, se présentant avec le même aspect que celle qui sera décrite dans la tranchée suivante où l'on observera de beaux affleurements.

La présence de ces pointements éruptifs explique la compacité plus grande des schistes gedinniens à cet endroit; contre la roche cristalline, ils sont parfois transformés en une sorte de porcelanite et deviennent blanchâtres par altération.

Au second pointement, M. Anthoine fait remarquer qu'un filon de quartz avec bastonite se trouve tout au voisinage de la roche éruptive et paraît en relation avec elle; ce filon a exactement le même aspect que ceux que l'on trouve dans la zone métamorphique de l'Ardenne, dans la région de Bastogne, et qui sont, d'après M. J. Cornet, les émanations pneumatolytiques d'un magma.

M. Anten fait remarquer que sur quatre échantillons de provenances différentes de la roche éruptive que M. Fourmarier et lui ont étudiés, aucun ne contenait du quartz.

Il est donc peu probable que cette roche éruptive ait pu émettre des émanations acides.

Sixième tranchée de la voie ferrée.

Après avoir traversé de nouveau un étroit ravin, la voie reprend en tranchée, et, à l'entrée de celle-ci, nous observons des schistes analogues aux précédents; à 25 mètres environ de l'origine de la tranchée, nous atteignons l'affleurement principal de roche éruptive traversant le Gedinnien.

A première vue, on se croirait en présence d'un calcaire siliceux; les grandes plages de calcite qu'on y aperçoit font penser à des restes d'organismes, notamment à de grosses tiges de crinoïdes.

L'étude microscopique a montré qu'il s'agit bien d'une roche éruptive. La pâte est formée de petits cristaux de feldspath plagioclase, de mica noir et de calcite; dans cette pâte sont englobés de gros cristaux de calcite et de feldspath visibles à l'œil nu et donnant à la roche un aspect trachytique.

La calcite pénètre dans le feldspath, et, dans un gros cristal de ce dernier minéral, M. Anten a observé trois inclusions de calcite. Outre cela, il existe dans la pâte d'autres minéraux translucides, ne polarisant pas et dont nous n'avons pu déterminer la nature jusqu'à présent. La roche non altérée a une teinte gris-bleu rappelant le calcaire; par altération elle devient gris jaunâtre ou gris verdâtre, et les cristaux de feldspath sont kaolinisés; la roche devient alors très tendre. Cette roche présente les caractères principaux des kersantites, et nous la rapportons à cette variété.

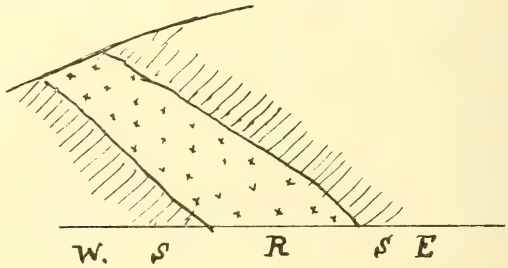


Fig. 11. — Vue de la roche éruptive sur la paroi N. de la 6e tranchée.

S. Schistes. — *R.* Roche éruptive.

Ce premier affleurement de la roche éruptive est visible sur les deux parois de la tranchée; il se présente sous la forme d'une sorte de gros banc dont la direction approximative est Nord 30° Est et qui incline

au Sud-Est de 25 à 40°; on la suit sur une longueur de 4 mètres, mesurée suivant la voie ferrée.

Elle est englobée dans un schiste très compact gris bleuâtre qui, à première vue, paraît calcareux; un essai sommaire à l'acide montre immédiatement qu'il n'en est rien; la compacité de la roche est une conséquence du métamorphisme qu'elle a subi. L'étude microscopique montre que ce schiste est formé de microlithes phylliteux enchevêtrés dans tous les sens et englobant quelques petits grains de quartz.

Par suite de cette transformation de la roche, la stratification est très difficile à distinguer; on y remarque une série de joints très nets dont la direction est approximativement Nord 60° Est et le pendage 60° Sud-Est; il semble, à première vue, que ces joints représentent la stratification; cependant, un examen plus attentif fait reconnaître que ce ne sont que des diaclases; en effet, lorsqu'on se trouve en dehors de la zone métamorphisée, tant à l'Est qu'à l'Ouest, on voit que la stratification est très nette et que la direction est constante de Nord 60° Ouest; d'autre part, sur la paroi Nord de la tranchée, dans les schistes métamorphiques, on observe une série de zones minces parallèles, mises en évidence par l'altération superficielle; or, ces zones ont exactement la même allure que les joints de stratification indiscutables des parties non métamorphisées; dans ces conditions, il n'est pas douteux qu'elles représentent bien la stratification, tandis que les joints les plus nets ne sont que des diaclases.

Les excursionnistes se rendirent aisément compte de la chose et purent observer que ces diaclases si nettes sont plus ou moins parallèles à la direction des masses éruptives.

La masse des schistes métamorphiques s'étend encore sur une longueur de près de 100 mètres au delà de la grande masse de kersantite; sur cette longueur, on observe encore deux pointements importants de la même roche éruptive, l'un sur la paroi Nord, l'autre sur la paroi Sud; ils paraissent se rapporter à la même masse et se présentent avec l'aspect de gros bancs, comme la première masse étudiée dans la tranchée; et leur allure est à peu près la même.

A une centaine de mètres de l'origine de la tranchée, on voit des schistes verts et rouges assez altérés, faisant encore partie de la masse métamorphique et dans lesquels est intercalé un nouveau pointement de kersantite fortement altérée, tendre, de teinte gris verdâtre, et dans laquelle on voit des cavités dont les parois sont tapissées d'un enduit brun; elle se présente comme une sorte de banc peu puissant dont la

direction est Nord 60° Est et la pente 60° Sud-Est; elle est bien visible sur la paroi Sud de la tranchée; sur la paroi Nord, à peu près dans son prolongement, on voit un autre pointement, mais, à cause du ballast, il n'est pas possible de voir s'il se raccorde au précédent.

C'est la présence de toutes ces masses éruptives qui explique la grande étendue occupée par les schistes métamorphiques.

Un peu après avoir dépassé le dernier pointement de kersantite, nous nous trouvons en présence de schistes fossilifères bien visibles sur la paroi Sud; certains lits sont remplis de fossiles [1]; la direction des couches est Nord 70° Ouest et l'inclinaison 40° Nord.

M. Lohest fait remarquer combien ces schistes sont peu métamorphiques comparativement à ceux qui avoisinent immédiatement la kersantite; la zone de métamorphisme due à la roche plutonienne est donc fort peu étendue. Il reconnaît cependant qu'on peut trouver dans la présence de ces roches éruptives un argument sérieux en faveur de la théorie de M. Stainier pour l'explication du métamorphisme de la région de Bastogne. Il est d'avis que les divers pointements de kersantite sont des apophyses d'une grande masse ou batholithe, cachée en profondeur.

Vers l'extrémité Est de la tranchée, au pied de la paroi Nord, nous découvrons encore trois petits pointements de roche éruptive altérée; les schistes encaissants ne sont ici métamorphisés que sur une très faible zone au voisinage de la roche cristalline.

Au fur et à mesure que l'on s'avance vers l'Est, on voit apparaître des schistes verdâtres ou bigarrés intercalés dans les schistes fossilifères.

Septième tranchée de la voie ferrée.

Dans cette tranchée, située près de la ferme de Parensart, les schistes sont franchement bigarrés de rouge et de vert, et quelques bancs de grès y sont intercalés. Tout le monde est d'accord pour ranger ces roches dans l'assise d'Oignies *Gc*. La pente des strates a

---

[1] Notre confrère M. Leriche y a reconnu les espèces suivantes : *Strophomena* sp., *Spirifer sulcatus* Hisinger, *Pterinea retroflexa* Wahlenberg, *Conularia* sp., *Tentaculites tenuis* Sowerby, *Homalonotus Roemeri* de Koninck.

augmenté progressivement, et on mesure ici une direction Nord 50° Ouest avec pente de 80° Nord. A l'entrée de la tranchée, les schistes sont très compacts et traversés par des diaclases ; il ne serait pas impossible que l'on rencontrât à leur voisinage un nouveau pointement de roche éruptive (1).

Un peu plus en avant, nous observons une magnifique discordance de stratification entre les roches bigarrées gedinniennes fortement redressées et les marnes du Lias en couches horizontales.

Ces marnes de couleur noirâtre, avec nodules et bancs discontinus de calcaire bleu, fossilifère, appartiennent à l'assise des marnes de Jamoigne. Il est à remarquer qu'il n'existe pas de dépôt de poudingue à la base; cependant on trouve localement une roche conglomératique, au contact du Gedinnien.

M. Jérome pense qu'on pourrait considérer cette roche conglomératique comme représentant le grès de Rossignol.

Les dépôts secondaires sont affectés ici par de petites failles d'affaissement; pour l'une d'elles, la direction est N. 60° Est et son inclinaison 65° Sud-Est; il est à remarquer que cette allure est précisément celle observée pour les pointements de roche éruptive et pour les diaclases qui découpent les schistes au voisinage de celle-ci (2).

Ayant été retardés par le tir des mines dans la tranchée, nous n'eûmes pas le temps nécessaire pour étudier la question de plus près; il nous fallut regagner en hâte les voitures pour retourner à Florenville. En passant, nous remarquons, à quelque distance, une grande tranchée creusée dans les marnes noires de Jamoigne un peu à l'Est de la gare de Sainte-Cécile; en arrivant à Chassepierre, nous voyons le long de la route quelques affleurements des calcaires sableux de Florenville et d'Orval.

A Florenville, nous nous trouvons réunis, pour la dernière fois, à l'*Hôtel central*, où le dîner nous attendait. Au dessert, M. Malaise, président de la session, remercie les membres d'être venus nombreux

---

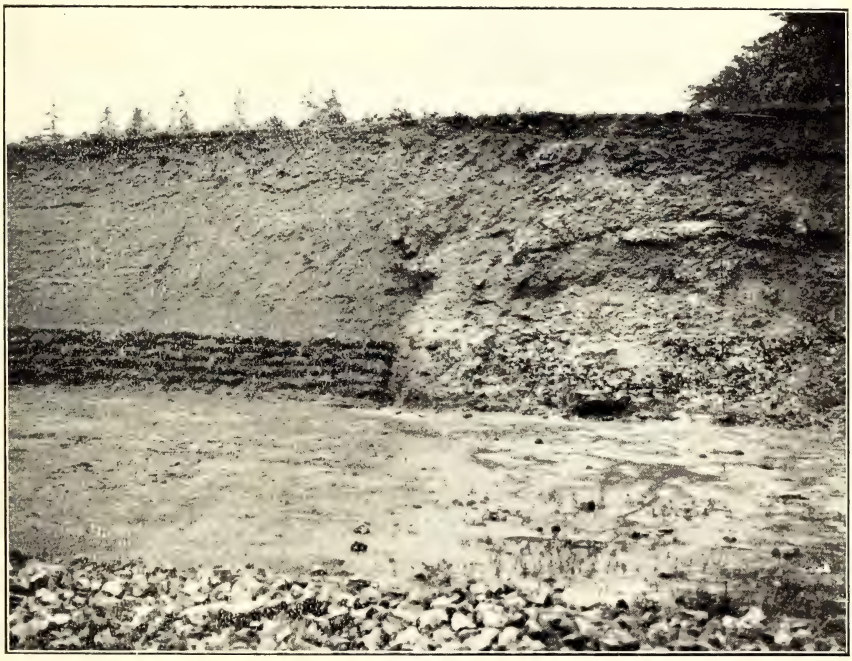
(1) M. Anten a revisité cette tranchée le 1er décembre 1911 ; un peu à l'Est du viaduc situé en face de la ferme de Parensart, un coup de mine venait de mettre à nu un pointement de kersantite très altérée avec gros cristaux de feldspath. (*Note ajoutée pendant l'impression.*)

(2) Le pointement de roche éruptive mis à nu le 1er décembre 1911 s'arrête au contact du Jurassique; la venue éruptive est donc antérieure au Lias. (*Note ajoutée pendant l'impression.*)

aux excursions; il félicite M. Jérome de la façon remarquable dont il a organisé les excursions et de l'intérêt qu'il a su leur donner; il remercie également M. Fourmarier de la course si intéressante qu'il a dirigée entre Muno et Sainte-Cécile, où il a montré des faits absolument nouveaux et de la plus haute importance; cette journée, comme l'a dit M. Max Lohest au cours de l'excursion, fera époque dans l'histoire de la géologie belge, car les faits observés viendront peut-être modifier profondément certaines de nos conceptions théoriques sur l'évolution de nos terrains dévoniens et orienteront les recherches futures dans une voie nouvelle. (*Applaudissements.*)

Cliché 4403 de M. Jean Massart, juin 1909.

FIG. 3. — Poudingue du Keuper inférieur à Attert, vis à vis la maison Grégorius.



Cliché de M. Jean Massart, juin 1909.

FIG. 6. — Faille à la gare de Bonnert.

A gauche, couvert en partie par le perré : V*ra*^{ss}. descendu au niveau de V*ra*^{mm} à droite.

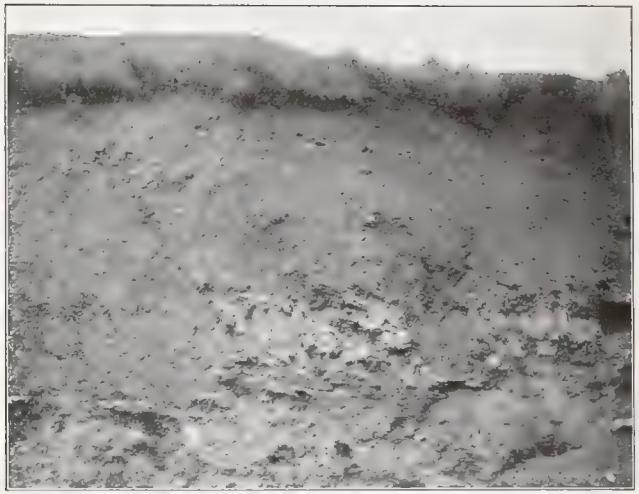
La ligne de rupture se remarque aussi dans le sol : à gauche sable sec, à droite marne couverte d'eau.

Cliché de M. Jean Massart, juin 1909.

FIG. 1. — Carrière Barnich à l'Est du vicinal Arlon-Ethe, près d'Arlon. Le haut plus sombre est constitué par le schiste d'Ethe (*Vrb*). Il forme ici un biseau qui finit aux pieds de l'homme debout dans le bois. Le reste est constitué par le Vra^{ss}. On y voit les marbrures rougeâtres alternant avec le sable blanc, plus larges et plus rapprochées dans le haut.

Cliché 4309 de M Jean Massart

FIG. 2. — Carrière Montauban dans la vallée de Buzenol. Dans le haut, calcaire sableux d'Orval. Le bas, couvert en partie de déblais, est du calcaire sableux de Florenville.



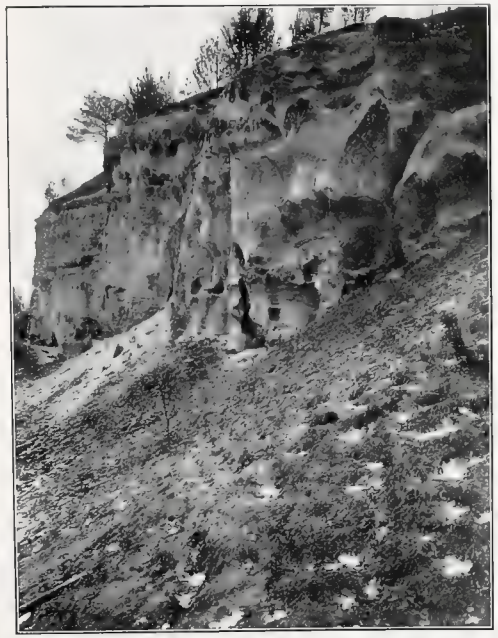
Cliché 4403 de M. Jean Massart, juin 1909.

FIG. 3. — Poudingue du Keuper inférieur à Attert, vis à vis la maison Grégorius.

Cliché 4399 de M. Jean Massart, juin 1909.

FIG. 4. — Marnes irisées (Keuper supérieur) à la sortie de la 2e tranchée en partant d'Attert.

De haut en bas : 1° marnes rouge violacé ; 2° marnes gris verdâtre ; 3° banc de dolomie désagrégé ; 4° alternances de marnes rouges et verdâtres.



Cliché de M. Jean Massart, décembre 1909.

FIG. 5. — La Cote Rouge près d'Arlon : Sables de Metzert (*Htbs*). Le bas de la carrière est caché par des éboulis. On y voit de grandes diaclases. Les creux et les bosses résultent de l'action du vent.

Cliché de M. Jean Massart, juin 1909.

FIG. 6. — Faille à la gare de Bonnert.

A gauche, couvert en partie par le perré : Vra^{ss}. descendu au niveau de Vra^{mm} à droite.

La ligne de rupture se remarque aussi dans le sol : à gauche sable sec, à droite marne couverte d'eau.

Cliché 4345 de M. Jean Massart, juin 1909.

FIG. 7. — Macigno d'Aubange, (V*rd*), un peu au Nord de la gare d'Athus.

Cliché 4344 de M Jean Massart, juin 1909

FIG. 8. — Champs en terrasses dans le macigno d'Aubange, à Athus

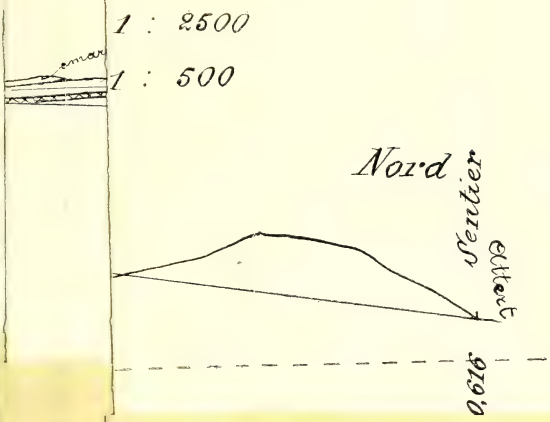
Cliché 4353 de M. Jean Massart, juin 1909.

FIG. 9. — Champs en terrasses dans le macigno d'Aubange entre Messancy et Selange.

Cliché 4350 de M. Jean Massart, juin 1909

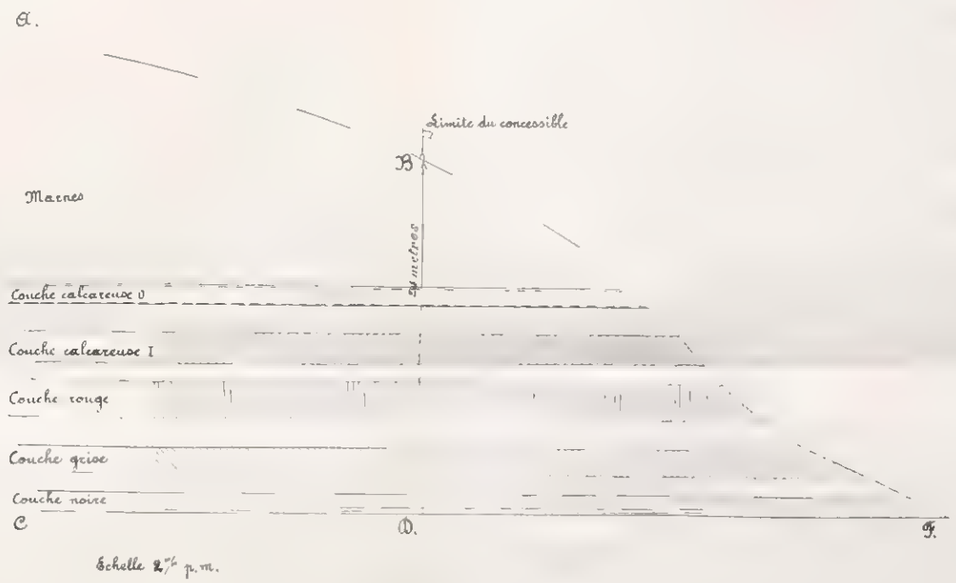
FIG. 10. — Terrasses près du signal géodésique de Selange. Au milieu, terrasses s'incurvant en cirque

e, de



Coupe le long de la voie du chemin de fer vicinal au Sud d'Attert.

Carte de la région minière de Rodange.



Coupe schématique de la formation minière sur la rive gauche de l'Alzette

NOTES

SUR

LE MODELÉ ET LE RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE

DES

TERRAINS SECONDAIRES DU LUXEMBOURG [1]

PAR

A. JÉROME
Professeur à l'Athénée royal d'Arlon

ET

le baron L. GREINDL

PLANCHE V

Notre intention était de profiter de la Session extraordinaire de 1911 pour attirer l'attention de nos confrères sur le modelé si particulier du Bas-Luxembourg; l'abstention forcée de l'un d'entre nous nous fit renoncer à ce dessein, mais il nous a semblé que le résultat de nos études pourrait avantageusement être annexé au compte rendu de la Session, de façon à profiter de l'exposé qui y fut fait de la structure régionale.

Le Bas-Luxembourg constitue un remarquable échantillon de la structure en plateaux à corniche, qui se développe si largement dans le bassin parisien, en Lorraine et en Allemagne centrale.

Mais alors que le large développement et la faible inclinaison des assises dans ces pays espacent les diverses corniches et ne permettent de les embrasser d'une vue d'ensemble que sur la carte, alors que dans ces régions une ou plusieurs étapes séparent souvent les divers plateaux étagés l'un sur l'autre, le grand avantage de notre fragment de

[1] Mémoire présenté à la séance du 21 novembre 1911.

Lorraine est de condenser toutes les observations sur un petit espace et de permettre souvent d'en observer le panorama. C'est ainsi qu'au plateau de Parette (à 4 kilomètres environ au Nord d'Attert-centre) se déroule un tableau géographique saisissant : la large vallée de l'Attert marque la dépression des marnes triasiques, rhétiennes et hettangiennes; elle est bordée par la crête des grès du Luxembourg qui va en s'amplifiant vers l'Est; à l'horizon s'estompent les crêtes que le merveilleux belvédère de Saint-Donat à Arlon permet d'individualiser.

Néanmoins, si le Bas-Luxembourg constitue une preuve convaincante de l'aboutissement final à la structure en terrasses et corniches qu'amène le modelé par les eaux, il s'en faut qu'il réponde au cas théorique envisagé dans les traités de géographie physique; nous voudrions profiter de cet exemple pour démontrer qu'il n'y a pas corrélation absolue entre le développement nécessaire du réseau hydrographique et celui du modelé régional comme le comprennent les ouvrages didactiques.

Étude théorique du modelé d'une région à strates faiblement inclinées (1).

Ce n'est point sans étonnement que nous voyons les auteurs substituer à priori, pour faire cette étude, à la surface structurale du terrain

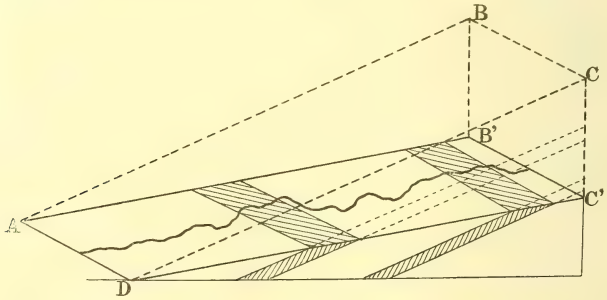


Fig. 1.

ABCD, surface primitive soumise à l'érosion.

ABB'DCC', prisme enlevé par le travail d'érosion subaérienne et de ruissellement, suivant les auteurs.

AB'C'D, surface sur laquelle s'établirait le réseau hydrographique conséquent et où affleurent alternativement des roches dures et tendres.

---

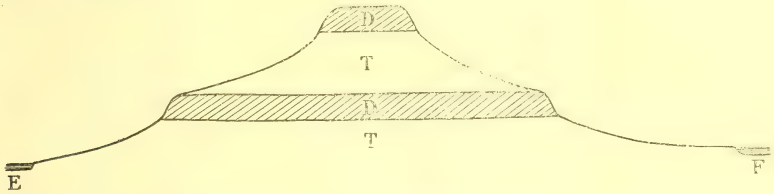
(1) De Lapparent, *Leçons de géographie physique*, 6e leçon. — E. de Martonne, *Traité de géographie physique*, p. 542.

un plan incliné où affleurent alternativement des couches dures et tendres; l'expérience démontre, disent-ils, que le travail d'érosion subaérienne suffit à substituer à la surface ABCD une surface AB'C'D; mais précisément c'est par le jeu du modelé que se produit cette première transformation : les matériaux enlevés ont disparu par le canal des rivières et ont contribué au creusement des canaux. Nous verrons d'ailleurs qu'il y a avantage à aborder franchement le problème dans son entier.

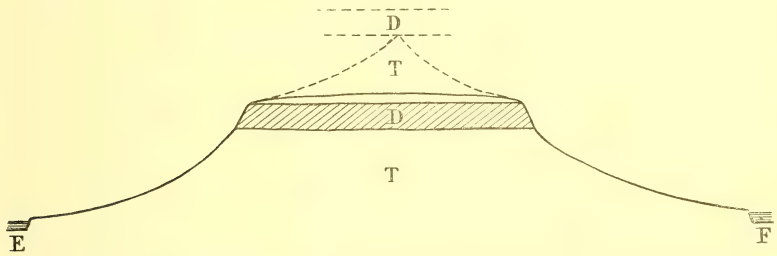
Nous nous proposons de démontrer la proposition suivante :

« Sous un climat donné, il y a une différence de niveau limitée entre la surface de base déterminée par les rivières conséquentes principales et le niveau des lignes de faîte des corniches. »

Le climat envisagé au point de vue de la fréquence et de l'abondance des pluies règle la distance approximative qui existera entre deux rivières conséquentes; celles-ci, par le creusement de leur lit, créeront la surface de base. Examinons la coupe du terrain entre deux vallées conséquentes E et F :



Premier cas possible : la terrasse supérieure subsiste à l'état fragmentaire (Exemple : la Suisse saxonne.)

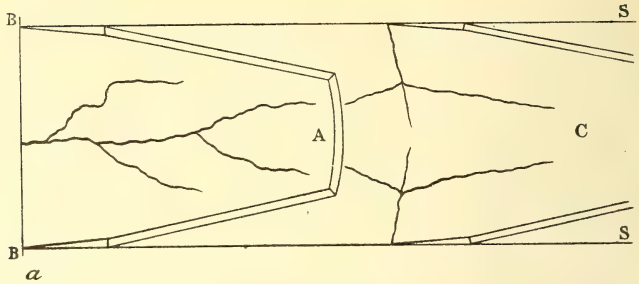


Deuxième cas, très fréquent : la terrasse supérieure est entièrement éliminée; le plateau a comme socle la couche dure inférieure que surmonte une pellicule de roche tendre.

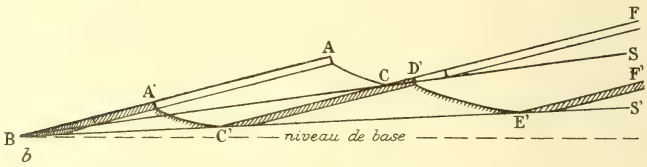
Fig. 2.

D, couches dures; *T*, couches tendres; *E* et *F*, rivières.

On voit que le façonnement des versants des rivières E et F amène la disparition fatale de la terrasse dure supérieure, aussitôt que la



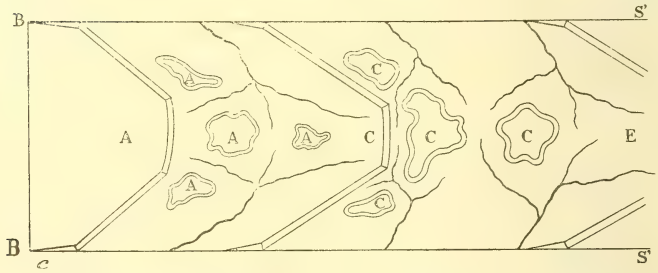
a) Vue à vol d'oiseau du plateau entre les deux rivières au 1er stade; les formes sont supposées géométriques; le réseau du plateau *A* est déterminé par la pente: le réseau du plateau *C* est drainé par deux rivières subséquentes.



b) Profil supposé identique de deux vallées conséquentes.

1er STADE . . . { *BS*, profil de la rivière. / *BACF*, profil du versant.

2e STADE . . . { *BS'*, profil de la rivière / *BA' C' D' E' F'*, profil du versant.



c) Vue à vol d'oiseau du plateau entre les rivières au 2e stade; le démantèlement des terrasses supposées de roche dure et cassante s'est effectué irrégulièrement; beaucoup de témoins de la terrasse *A* subsistent sur la terrasse *C*; de même les fragments de celle-ci parsèment la terrasse *E*, qui a été mise au jour.

FIG. 3. — ÉVOLUTION DU PLATEAU ENTRE DEUX RIVIÈRES CONSÉQUENTES.

N. B. — Les pentes sont exagérées ainsi que les hauteurs; les nécessités de la figuration ont aussi obligé à rapprocher les rivières conséquentes; il en résulte que les affluents paraissent rencontrer les rivières maîtresses sous des angles rès aigus.

hauteur de cette terrasse dépasse une fraction, déterminée par le climat local, de l'écart entre les vallées.

Les versants qui s'adoucissent le plus sont ceux formés de roches imperméables; les terrasses dominent donc d'autant moins les rivières que le terrain comprendra des couches argileuses ou marneuses; par contre, lorsque la nature calcaire du terrain permet l'infiltration souterraine des eaux et que le versant ne s'adoucit point, les terrasses peuvent être très dominantes.

Le cas extrême en Europe est la belle corniche du Jura de Souabe, dominant de 500 mètres la vallée du Neckar; on sait que la masse en est surtout calcaire. Dans le bassin parisien, il n'y a guère que 150 mètres de différence de niveau entre les corniches et la surface de base.

Notre proposition démontre que le creusement des canaux d'écoulement amène fatalement la disparition en amont des couches supérieures du terrain; elle explique donc que les terrasses se démantèlent par l'amont au fur et à mesure que les rivières conséquentes créent leur vallée; c'est la suite de ce démantèlement qui amène le déplacement des rivières subséquentes.

Tout d'abord, comment se formeront les rivières subséquentes? Elles naîtront au point où la rencontre de deux versants de vallée se faisant sous la couche dure supérieure, il se formera un col latéral entre les rivières; mais si le creusement des rivières principales n'est point achevé, le démantèlement se continue vers l'amont et vers l'aval, et la rivière subséquente est entraînée.

Ce travail n'est point, comme on pourrait le croire, un décapement absolu; la nature nous montre toujours les terrasses, au contact des rivières subséquentes tout au moins, recouvertes de lambeaux de roches tendres; souvent s'y montrent des collines témoins, et celles-ci sont la preuve de la nécessité d'étudier soigneusement chaque cas spécial avant de conjecturer sur l'évolution du réseau hydrographique.

Voici comment nous concevons l'existence d'une colline séparée de sa terrasse par une rivière subséquente. Une terrasse très dure et fissurée se laisse entamer très irrégulièrement et, en certains points, pourra résister de façon à amener une boucle importante dans la rivière; mais alors il se produira vraisemblablement, par l'accentuation des méandres, un col que des torrents se chargeront d'élargir, et finalement la rivière capturera elle-même sa partie amont (fig. 4).

Donc, au risque de nous répéter, nous dirons que nous ne concevons le glissement des rivières subséquentes dans des vallées monoclinales que par à-coups et successions de méandres.

Avant de passer à l'application au Bas-Luxembourg, il nous reste à examiner un point de principe. D'après les hypothèses énoncées plus haut sur l'établissement d'un réseau en terrain de stratification légèrement inclinée, celui-ci devrait comprendre de longues rivières transverses aux couches, auxquelles aboutiraient de faibles affluents à vallées monoclinales et n'ayant comme développement que la mi-distance entre deux rivières principales. Or, l'étude des cas concrets les plus simples ne fournit pas ce résultat; toujours les rivières conséquentes de premier ordre sont peu nombreuses, toujours aussi les rivières subséquentes ont un ample développement; il y a là l'apparence d'une anomalie, due à l'importance prépondérante des phénomènes de capture qui se produisent pendant le creusement général des canaux d'écoulement.

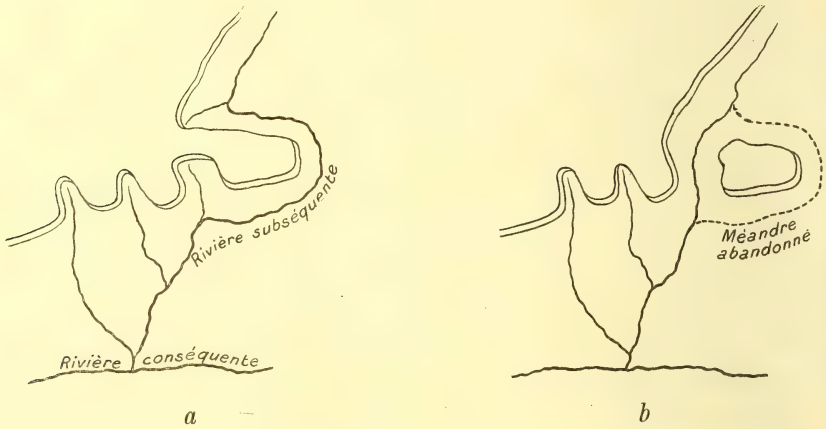


Fig. 4. — Morcellement de la bordure d'une terrasse.

Tout d'abord, les rivières conséquentes auront une rapidité de descente au travers des couches très variable, car ayant à passer des seuils de roche dure, tout dépendra pour elles de la faveur que leur réservera le sort : trouvent-elles des fissures, le travail peut être accentué en rapidité; le mur est-il compact, le trait de scie ne s'effectue qu'avec lenteur et risque fort de rester inachevé. La première rivière qui a triomphé accentue énergiquement son réseau subordonné, et dès lors s'empare du bassin amont de ses voisines au grand dam de celles-ci.

Il en résulte que seules les triomphatrices dans la lutte se précipitent à travers tous les terrains, et que c'est vers elles que descendent de longues rivières subséquentes longeant le pied d'une falaise.

Nous nous sommes étendus sur cette question théorique parce que

nous croyions opportun de prémunir le lecteur contre l'idée qu'un réseau hydrographique peut se concevoir à priori. Une foule de circonstances influent sur son établissement; son développement amène des transformations souvent considérables; enfin, s'il est l'héritage d'un long passé, comme dans le cas qui nous occupe, bien des questions demeurent obscures et défient l'analyse.

Circonstances spéciales de la structure du Bas-Luxembourg.

Le compte rendu de la session extraordinaire contient un exposé trop complet des superpositions d'assises que l'on trouve dans le Bas-Luxembourg, pour que nous ayons à y revenir.

Faisons seulement remarquer que les étages secondaires successifs transgressent de plus en plus vers l'Ouest sur le socle ardennais, et la limite Nord du contact entre le Secondaire et le Primaire, au lieu d'être rectiligne, se présente à peu près en arc de cercle.

Si l'on admet que le travail de la désagrégation du sol et du décapement par ruissellement a dû s'exercer à peu près uniformément sur l'ensemble des roches secondaires, dont le degré de dureté est analogue, nous devons conclure, du tracé des limites des assises, que celles-ci, transgressives vers l'Ouest, étaient régressives à l'Est. Bien entendu nous ne voulons parler ici que des sédiments déposés par la mer du bassin de Paris.

Autre facteur de perturbation très sérieux : les roches d'une même assise passent latéralement d'un facies à l'autre (voir fig. 1, p. 315, du Compte rendu de la Session extraordinaire). Nous croyons de plus fort utile de reproduire ici le schéma du savant professeur van Werveke [1]. Nous y avons ajouté les étages inférieurs et supérieurs, qui sont entamés par le réseau hydrographique dont nous allons nous occuper (fig. 5).

Donc sous les grès de Mortinsart figurent les grès et marnes du Keuper, étage tendre en général; par contre, surmontant le macigno d'Aubange, se trouvent les schistes et marnes de Grandcourt, très friables, que surmonte la puissante terrasse du calcaire de Longwy.

L'état actuel du réseau hydrographique montre que les eaux

---

[1] Extrait de *Die ursprüngliche Umrandung der Trierer und Luxemburger Bucht und die Versands im Lias innerhalbe dieser Bucht*

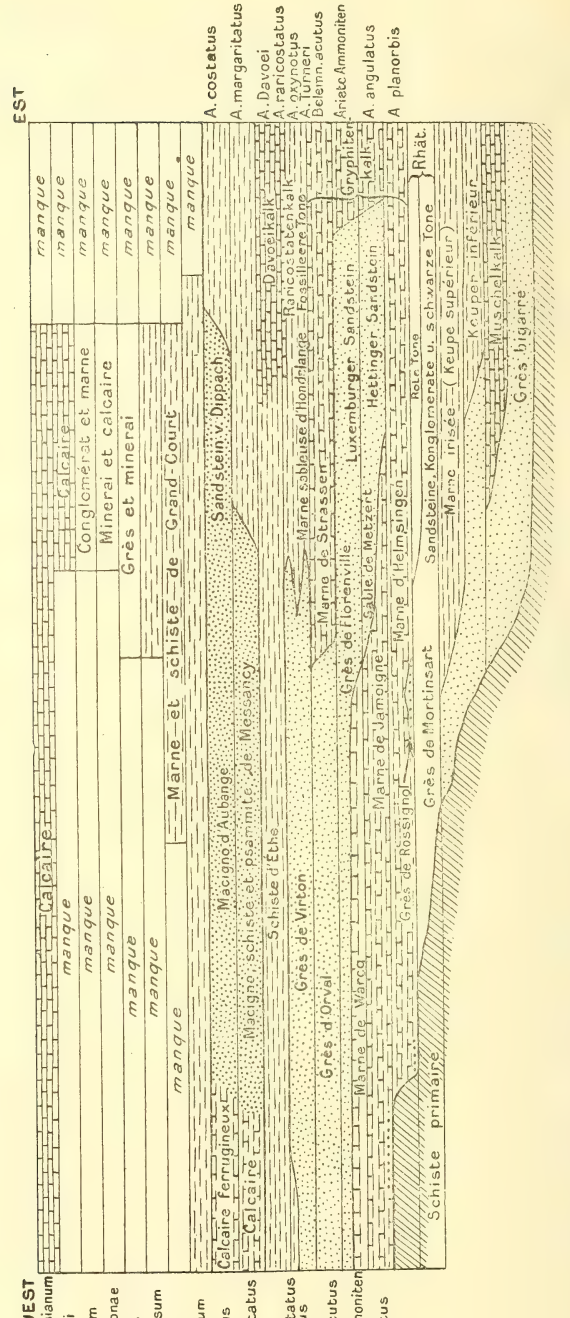

OUEST
EST
C. Humphriesianum
S. Sowerbyi
H. concavum
S. murchigonae
L. aulensis
Cr. fallaciosum
H. bifrons
H. falciferum
A. costatus
A. margaritatus
A. Davoei
A. raricostatus
A. oxynotus
A. Turneri
Belemn. acutus
Arieté Ammoniten
A angulatus
Calcaire
manque
Calcaire
Conglomérat et marne
Minerai et calcaire
Grès et minerai
Marne et schiste de Grand-Court
Calcaire ferrugineux
Calcaire
Maigno d'Albange
Sandstein v. Dippach
Maigno: schiste et psammite de Messancy
Schiste d'Etha
Grès de Virton
Grès d'Orval
Marne de Warcq
Grès de Rossignol
Marne de Jamoigne
Marne d'Helmsingen
Grès de Florenville
Saule de Metzert
Marne de Strassen
Marne sableuse d'Hondelange
Luxemburger Sandstein
Hettinger Sandstein
Rote Tone
Sandsteine, Konglomerate u. schwarze Tone
Marne irisée (Keuper supérieur)
Grès de Mortinsart
Schiste primaire
Rhät.
Grès bigarré
Muschelkalk
Keuper inférieur
Gryphiten-Kalk
Davoekalk
Raricostatenkalk
Fossilleere Tone

FIG. 3.

s'écoulent vers deux lignes de base : la Meuse et la Moselle; or, ni l'une ni l'autre de ces deux belles rivières n'est conséquente aux couches. Si nous suivons la Meuse dans son parcours lorrain, nous la voyons longer pendant longtemps le calcaire portlandien, coulant sur les marnes oxfordiennes. De nombreuses collines sont détachées de la crête continue à l'Ouest et forment des îlots portlandiens sur la rive droite; même entre Verdun et Sivry-sur-Meuse le fleuve est entièrement emprisonné dans la terrasse calcaire; ce premier parcours est donc nettement subséquent. Le fleuve alors, entre Sivry et Mouzon, coupe obliquement en écharpe la terrasse d'argile oxfordienne, les marnes bathoniennes et le calcaire de Longwy: c'est un deuxième tronçon, où le cours se montre d'une pente inverse au sens des couches, et n'est à proprement parler ni conséquent ni subséquent. Nous risquerons plus loin une timide interprétation de l'origine de ce fait en apparence si bizarre. Un nouveau segment au pied de la corniche du calcaire bajocien nous conduit de Mouzon à Charleville, où le fleuve est capturé au profit de la Meuse ardennaise; cette partie du cours, nettement subséquente, continue le tracé de la Basse-Chiers. En somme donc, la base mosane pour le Bas-Luxembourg se compose de la Chiers-Meuse subséquente au pied de la crête du calcaire de Longwy et de la Meuse ardennaise, où conflue la Semois.

Les eaux qui se rendent vers la Moselle ne rentrent pas plus dans l'hypothèse classique: de Nancy à Thionville, la Moselle est disciplinée au pied de la falaise de calcaire bajocien, mais alors elle aussi recoupe obliquement les étages secondaires, les descendant jusqu'en aval de Trèves, où elle pénètre dans les phyllades du Hunsrück. Elle longe donc la partie Sud-Est de ce qu'on appelle le golfe du Luxembourg, et ne paraît point en rapport avec l'allure des terrains qu'elle traverse. Afin de ne pas compliquer le problème, je prendrai pour niveau de base son affluent la Sure-Our, qui est assez nettement perpendiculaire aux couches secondaires du golfe du Luxembourg et qui, conséquente jusque vers Bollendorf, devient transverse en sens inverse de la pente géologique dans la seconde partie de son cours. En fait, la portion que nous avons à envisager est donc conséquente, comme le demande la théorie.

Constatations au sujet du réseau hydrographique.

Nous avons reproduit planche V un schéma du réseau hydrographique de la région du Bas-Luxembourg, que nous avons étendu au Grand-Duché afin d'y englober l'Alzette qui, avec d'autres rivières parallèles, est la conséquence directe de l'allure des couches.

Nous attribuons les méandres des rivières, dans le socle ardennais, à la difficulté qu'ont éprouvée les rivières à s'enfoncer dans les phyllades; dans les terrains secondaires, les rivières paressent sur leurs vallées marneuses et leur direction générale importe seule aussi.

Ce croquis fait ressortir que de la Meuse à la Rulle il y a une réelle convergence des rivières (Meuse, Loison, Ohain, Chiers, Vire, Semois, Rulle). De plus, il est très remarquable que tout ce réseau n'a guère d'affluents que sur la rive droite des rivières, ou du moins que les affluents rive droite ont un développement considérable en présence des petits ruisseaux de la rive gauche.

Avec ce réseau de la Meuse, dont le schéma est si suggestif, interfère le réseau de la Sure, qui présente certaines branches, comme la Haute-Sure, l'Attert, qui semblent vraiment le prolongement de l'éventail de la Meuse, et ont aussi leurs affluents de la rive gauche particulièrement développés; par contre, l'Alzette dérange à première vue toutes les prévisions; l'étude du cas particulier qu'elle présente sera donnée plus loin.

Influence des terrasses gréseuses sur le tracé des rivières.

La non-continuité des facies gréseux ne permet pas de rechercher par une démonstration théorique quel devrait être le développement du réseau hydrographique et du modelé de la région ; la multiplicité des petites failles rendrait ce travail bien aléatoire; puis il ne faut pas oublier que le réseau actuel est le résidu d'un état antérieur, qui en a fixé la première empreinte. Nous voulons simplement montrer, en nous limitant au croquis reproduit planche V, qu'à chacune des assises dures de la série correspondent une rivière qui longe le bord septentrional de l'assise, et une terrasse sur laquelle se développe un petit réseau d'affluents qui ravinent les couches dures.

La Rulles, entre Habay-la-Neuve et Rulles, est fixée sur le socle

coblencien, mais elle limite réellement les affleurements secondaires et décape le socle des grès du Keuper.

Le grand affleurement des grès du Luxembourg s'étend vers l'Est depuis Metzert; il domine d'une façon continue la vallée de l'Attert, largement ouverte dans les marnes du Keuper, du Rhétien et de l'Hettangien marneux.

Les grès de Florenville, d'Orval et de Virton forment à l'Ouest d'Arlon une superposition puissante; la Semois les borde jusque Chassepierre et sur leur terrasse forestière se dessinent les ravins du ruisseau de Meix, de la Claire-Eau, etc.

Le macigno d'Aubange, peu épais, couronne les crêtes entre le Ton et la Vire.

Cette dernière rivière s'étend au pied de la terrasse de calcaire de Longwy, la plus importante de toutes; de sa lisière, le regard embrasse les collines chapeautées de macigno d'Aubange, tandis que l'horizon se ferme par la pente douce des bois sis sur le grès de Virton.

Au premier plan, un ressaut dans le flanc de coteau s'explique aisément par la présence du macigno d'Aubange, sous les marnes de Grandcourt.

Ces exemples nous paraissent probants; la mise en saillie des roches dures est un phénomène très général, sur lequel il n'est pas besoin d'insister. Aussi nous n'aurions pas voulu nous étendre sur un sujet aussi banal, si l'examen du réseau hydrographique ne suggérait quelques hypothèses géologiques, comme conséquence de ce fait des rivières subséquentes et des terrasses alignées parallèlement. Dans une courte note publiée ici même [1], l'un de nous émettait autrefois l'idée que les grandes boucles de la Semois vers Florenville révélaient un glissement de 6 kilomètres environ de cette rivière, par recul progressif de la terrasse qui limite sa vallée au Sud; aujourd'hui nous serons un peu plus audacieux. La périphérie de l'extension actuelle des terrains secondaires dans le golfe du Luxembourg montre des sillons hydrographiques dont le trait général est semblable à leurs voisins du Sud ou de l'Ouest. Ne sont-ce pas de vrais fossiles? des témoins de l'extension antérieure de la nappe secondaire sur le socle ardennais?

Il nous semble que le cours paradoxal de la Haute-Sure devient tout naturel dans l'hypothèse d'une nappe secondaire dure qui se serait étendue jusque-là, et démontre donc l'ancienne extension du Trias.

---

[1] *Bull. de la Soc. belge de Géol., etc.*, t. XVIII, 1904, Pr.-verb., pp. 55-59.

De même la Sarre surimposée dans le massif du Hunsrück a un cours trop parallèle aux laisses des couches secondaires de l'Ouest pour n'être pas une rivière d'origine secondaire.

Nous désirons émettre maintenant quelques hypothèses sur les cas particuliers du réseau. Commençons par la Meuse lorraine.

C'est à Dun-sur-Meuse que le fleuve n'obéit plus à la règle des rivières subséquentes et prend en écharpe les bandes de terrains sous-jacentes; or, il est aisé de voir que c'est vers ce point qu'actuellement il y a le plus d'écart entre la terrasse du calcaire de Longwy et la corniche des Côtes de Meuse; d'autre part, nous savons que la masse du calcaire de Longwy ou bajocien domine fortement son drain (Basse-Vire et Chiers); il en est résulté un développement très considérable de ravins régressifs sur le versant, qui ont profondément entamé la large terrasse de Woëvre. Ici donc, la hauteur de l'escarpement a provoqué un réseau subordonné étendu, dont l'Othain est un exemple remarquable.

La Meuse lorraine, selon nous, a été capturée par une rivière régressive similaire et détournée de sa jonction avec l'Aisne et l'Aire, que la géologie indique avoir dû se faire par Le Chêne, précisément où la carte hypsométrique marque une dépression qu'utilise le canal des Ardennes. C'est un phénomène tout semblable à celui qui a détourné la Moselle, en amont de Toul, de la Meuse, pour l'amener vers la Moselle messine. Ce phénomène s'accomplit d'ailleurs dans les mêmes terrains.

Un phénomène frappant, que montre notre planche et qui se continue d'ailleurs au Sud, c'est la capture complète de la plus importante des terrasses, la Woëvre, au profit des rivières subséquentes extérieures. Il n'y reste aucun témoin concordant avec la pente des couches.

Nous attribuons ce fait à ce que l'énorme masse d'argile qu'elle comporte a ralenti le creusement des canaux à sa surface; par contre, les ravins régressifs agissant dans le talus fissuré du calcaire de Longwy soutiraient les argiles et s'étendaient rapidement au travers de la terrasse. Telle nous semble la cause systématique de cette capture complète de la Woëvre.

Le groupe des rivières dont la principale est l'Alzette offre une autre particularité : elles forment des exceptions dues à des phénomènes d'affaissement local, qui ont amené une capture.

L'Alzette suit une direction Nord, les deux Erens ont un cours à peu près semblable, le Kaylbach et le Dudelingerbach emboîtent le pas, ainsi que la Mamer, l'Eysch, sous-affluents de l'Alzette.

La pente générale du terrain appelle les eaux vers le Sud et elles

vont vers le Nord; d'ailleurs, l'importance du réseau ne permet pas de le considérer comme simplement régressif.

Voyons donc la cause de ce phénomène. Le voisinage de la Moselle, drainant l'Eifel à l'Ouest et le Hunsrück à l'Est, a dû établir très tôt le niveau de base; mais alors la Haute-Alzette devrait aller directement à l'Est, d'autant plus qu'il n'y a qu'une faible barrière entre cette rivière et les affluents de la Moselle à l'Est, et qu'il ne faudrait pas creuser une tranchée bien profonde pour changer le cours des eaux. Certaines observations sur le terrain prouvent qu'il en a été ainsi à l'origine : d'anciennes alluvions existent entre la Haute-Alzette et le cours de la Syr. En outre, les vallons latéraux de l'Alzette à Luxembourg rejoignent la vallée principale suivant des angles aigus dont le sommet, contrairement à la règle générale, est dirigé vers le Sud, donc vers la source actuelle.

Un peu en aval de Luxembourg, la vallée s'élargit brusquement et les ravins latéraux ont la direction normale; nous pouvons en inférer qu'il doit y avoir eu capture de l'Alzette supérieure et moyenne par l'Alzette inférieure. Celle-ci, ainsi que les deux Erens, a toujours eu sa direction vers le Nord.

D'où vient cette déviation vers le Nord, ce circuit énorme par Luxembourg, Ettelbrück, Diekirch, Echternach et Wasserbillig? Pourquoi ce véritable chemin des écoliers à travers les grès du Luxembourg, que les eaux ont entamés de façon si pittoresque?

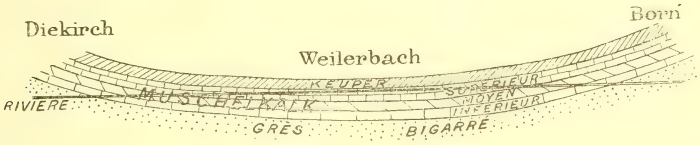


Fig. 6. — Profil suivant la vallée de la Sure entre Diekirch et Born.

La raison scientifique nous paraît la suivante : Le grès qui constitue la masse de remplissage supérieure de la contrée au Nord-Est de Luxembourg et qui a bien sa pente générale vers le Sud, n'entre pas en ligne de compte pour déterminer la direction de l'écoulement des eaux; ses nombreuses diaclases le rendent éminemment perméable, et l'influence prépondérante est exercée par l'allure de l'assise imperméable sous-jacente. Or celle-ci, qui correspond à notre marne de Jamoigne, forme une véritable cuvette, dont le point bas est situé à Weilerbach, entre Bollendorf et Echternach, et dont les parois se relèvent de tous côtés.

En effet, en descendant la Sure depuis Diekirch, on voit nettement (fig. 6) les couches secondaires plonger successivement sous le niveau de la rivière; c'est d'abord le Grès bigarré, puis les Muschelkalk inférieur, moyen et supérieur, même le Keuper, qui viennent tour à tour former la berge; à partir de Weilerbach (entre Bollendorf et Echternach), on observe le phénomène inverse, et à Born le Grès bigarré lui-même reparaît au-dessus de l'eau.

Il est vraisemblable que l'extension du grès du Luxembourg vers le Nord-Est jusque dans l'Eifel est due à la présence de cette fosse.

En conséquence, l'écoulement des eaux s'est fait vers le point bas, non pas en ligne droite, mais par suite de la superposition des grès selon des directions déterminées par les points de moindre résistance des roches.

Telle est la raison prépondérante qui a entraîné les deux Erens vers le Nord-Est, l'Alzette vers le Nord. Celle-ci a entraîné à son tour ses affluents : la Mamer, l'Eisch, l'Attert.

Ce réseau hydrographique fut peut-être un certain temps sans issue, mais la cuvette finit par être sollicitée par le bas niveau du cours d'eau eifelien, la Prum, alors affluent de la Moselle; ainsi fut créée la Basse-Sure, tandis que la Sure moyenne remplaçait le lac temporaire.

Mais la région primaire contiguë devait, dès l'époque triasique, écouler ses eaux vers le bassin de Paris.

Rien ne s'oppose à croire que la Clerf-Sure et l'Our étaient déjà les rivières qui remplissaient cet office, et que les sillons creusés depuis cette époque reculée se sont simplement approfondis.

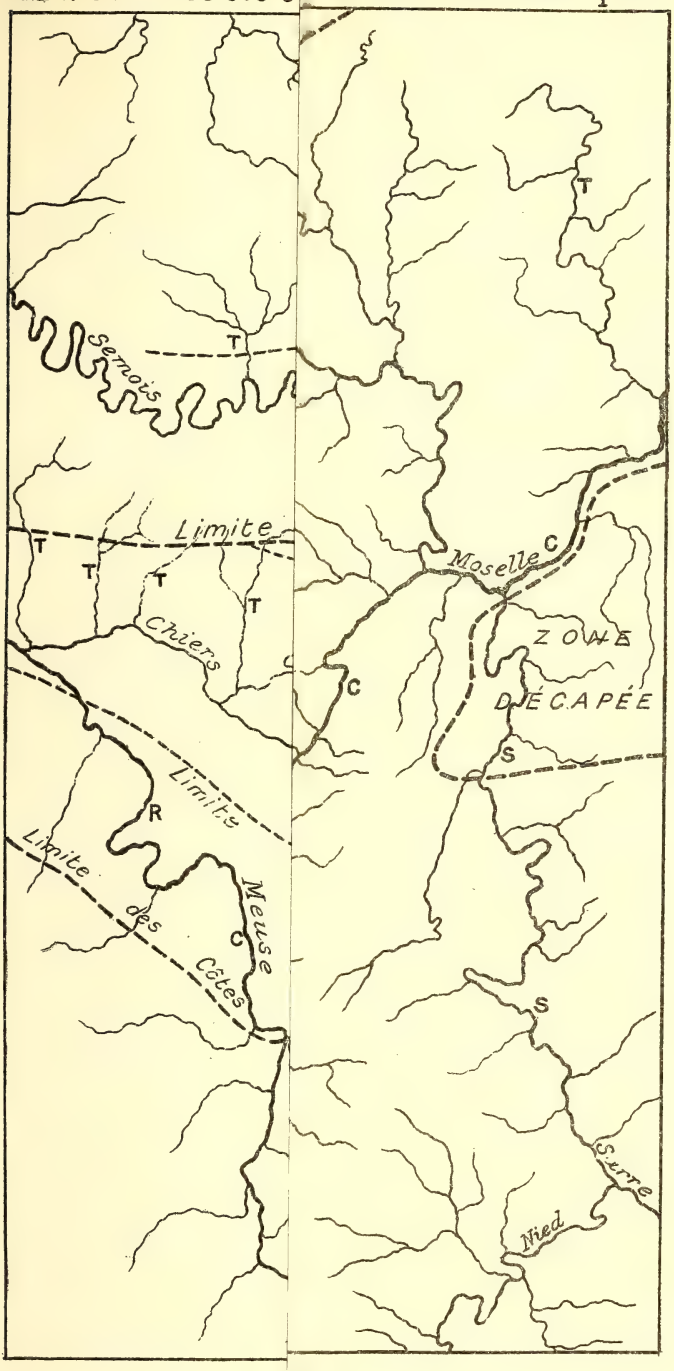
Sans présenter cela comme un argument décisif, il nous semble que les vallées n'ont plus la fraîcheur de celle de la Semois en aval de Chassepierre.

Conclusions.

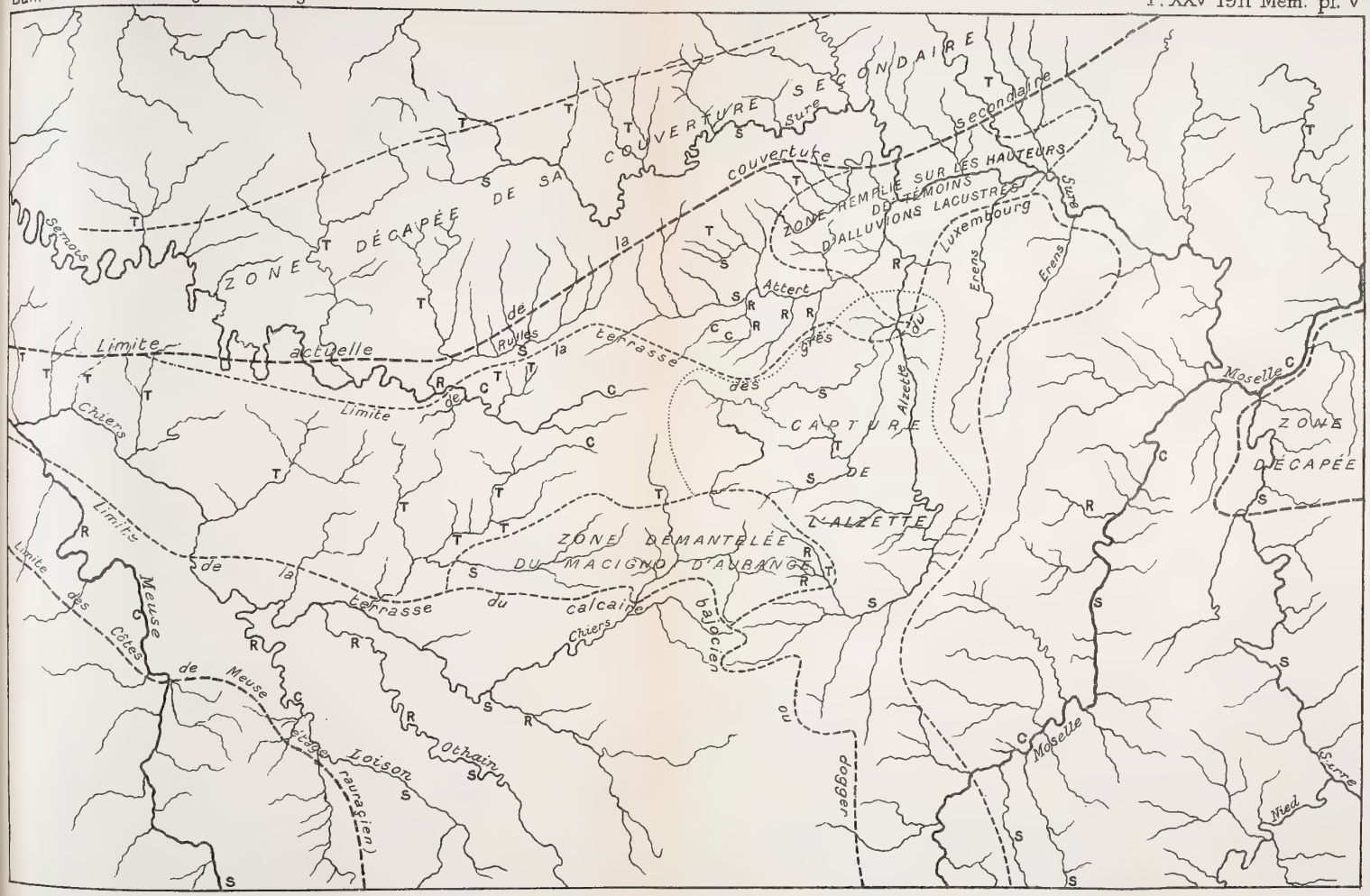
Placé aux confins de plusieurs réseaux hydrographiques, le pays de Lorraine belge et du Grand-Duché a subi bien des vicissitudes et son drainage porte la trace des luttes d'influences dont il a été l'objet; cette lutte ne semble pas terminée.

Néanmoins, le modelé du plateau a abouti à une uniformité remarquable; il paraît n'être influencé que par l'inclinaison des couches et leur dureté relative.

Nous pouvons donc conclure que les régions à terrasses et corniches acquièrent ce modelé indépendamment du tracé des rivières qui les drainent.


Semois
T
T
Limite
T
T
T
T
Chiers
C
C
Moselle
C
ZONE
DÉCAPÉE
S
Limite
R
Limite des Côtes
Meuse
C
S
Surre
Nied

es R.



Rivières subséquentes S, *Rivières captées* C, *Rivières conséquentes des terrasses* T, *Ravins régressifs* R.

SCHÉMA DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE ET DES TERRASSES DE LORRAINE

SOCIÉTÉ BELGE

DE

GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

Fondée à Bruxelles, le 17 février 1887

COMPOSITION DU BUREAU, DU CONSEIL ET DES COMITÉS

POUR 1911

Président :

MM. E. CUVELIER (1911-1912), Lieutenant-colonel du Génie, Examinateur permanent à l'École militaire.

Vice-Présidents :

MM. J. CORNET (1911), Professeur à l'École des Mines et Faculté polytechnique du Hainaut.

H. DE DORLODOT (1911), Professeur à l'Université catholique.

A. RUTOT (1911), Ingénieur honoraire des Mines, Géologue, Conservateur du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, Membre correspondant de l'Académie royale des Sciences.

X. STAINIER (1911), Professeur à l'Université de Gand.

Secrétaire général honoraire :

M. ERNEST VAN DEN BROECK, Conservateur du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

Secrétaire général :

M. le Baron LÉON GREINDL (1911-1914), Capitaine commandant d'État-Major, Professeur à l'École de Guerre.

Secrétaire :

M. C. VAN DE WIELE (1911-1912), Docteur en médecine.

Délégués du Conseil :

MM. LOUIS DOLLO (1908-1911), Professeur à l'Université libre, Conservateur du Musée royal d'Histoire naturelle.

TH. GILBERT (1910-1912), Docteur en médecine.

le R. P. GASPAR SCHMITZ S. J. (1909-1912), Professeur de géologie, Directeur du Musée géologique des bassins houillers belges.

J. WILLEMS (1911-1914), Lieutenant-colonel du Génie, Directeur du Génie au Ministère de la Guerre.

Membres du Conseil :

MM R. D'ANDRIMONT (1910-1911), Ingénieur géologue, Ingénieur des Mines, Professeur à l'Institut agricole de Gembloux.

L. GERARD (1910-1911), Ingénieur électricien, ancien Professeur à l'Université libre.

A. HANKAR-URBAN (1911-1912), Directeur général de la Société anonyme des Carrières de porphyre de Quenast.

M. MOURLON (1911-1912), Membre de l'Académie royale des Sciences, Directeur du Service géologique.

E. PUTZEYS (1910-1911), Ingénieur en chef des Travaux de la ville de Bruxelles.

M. RABOZÉE (1911-1912), Capitaine commandant du Génie, Professeur à l'École militaire.

Trésorier :

M. F HALET (1909-1912), ff. de Chef de section au Service géologique.

Bibliothécaire :

M. L. DEVAIVRE (1911-1914), Secrétaire du Service géologique.

Comité de publication :

MM. V. JACQUES (1911-1913), Docteur en médecine.

A. KEMNA (1911-1913), Directeur de la Société anonyme des Travaux d'eau à Anvers.

E. MATHIEU (1911-1913), Capitaine commandant du Génie, Professeur à l'École militaire.

Comité de vérification des comptes :

MM. L. BAUWENS (1911-1912).

TH. GILBERT (1911-1912).

G. PAQUET (1911-1912).

LISTE GÉNÉRALE

DES

MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ

ARRÊTÉE AU 1er JANVIER 1911 (1)

Membre Protecteur.

M. Ernest SOLVAY, Industriel, à Bruxelles.

Membres Honoraires.

1 * BARROIS, Ch., Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des sciences de l'Université de Lille, 37, rue Pascal, à Lille, et rue Chomel, 9, à Paris (VII).

2 BERTRAND, C.-Eg., Correspondant de l'Institut, Professeur de botanique à la Faculté des sciences de l'Université de Lille, 6, rue d'Alger, à Amiens.

3 BONNEY, Rév. Thomas George, Professeur de géologie et de minéralogie à University College, 9, Scroope Terrace, Cambridge.

4 BRÖGGER, W. C., Professeur à l'Université de Christiania.

5 * CAPELLINI, Giovanni (le Commandeur), Professeur de géologie à l'Université, via Zamboni, à Bologne (Italie).

6 CHOFFAT, Paul, Attaché au Service géologique de Portugal, 113, rua do Arco a Jesus, à Lisbonne (Portugal).

7 CREDNER, Dr Hermann, Geh. Ober.-Bergrat., Directeur du Service royal géologique de Saxe, Professeur à l'Université de Leipzig.

8 * DOLLFUS, Gustave, ancien Président de la *Société géologique de France*. Collaborateur principal au service de la Carte géologique de France, 45, rue de Chabrol, à Paris (X).

---

(1) Les noms des **fondateurs** se trouvent, dans la liste ci-dessous, précédés d'un astérisque *. Les noms des *membres à vie* sont précédés de deux astérisques **.

9 DUBOIS, Eugène, Professeur de géologie et de paléontologie à l'Université d'Amsterdam, Conservateur au Musée Teyler de Haarlem, 45, Zylweg, à Haarlem.

10 * GEIKIE, Archibald, F. R. S., ancien Directeur général des services géologiques de Grande-Bretagne et d'Irlande, Shepherd's Down; Haslemere, Surrey (England).

11 * GEIKIE, James, LL. D.; F. R. S., Professeur de géologie et de minéralogie à l'Université d'Édimbourg, Kilmorie, 83, Colinton Road, Edinburgh.

12 * GOSSELET, Jules, Correspondant de l'Institut de France, Doyen et Professeur honoraire de géologie de la Faculté des sciences de l'Université de Lille, 18, rue d'Antin, à Lille.

13 HARMER, Frédéric W., Oakland House, Cringleford, près Norwich (Angleterre).

14 HEIM, Alb., Professeur à l'Université de Zurich, à Hottingen (Zurich).

15 HUGHES, Thomas Mac Kenny, Professeur de géologie à l'Université de Cambridge, Woodwardian Museum, Trinity College, Cambridge (Angleterre).

16 ISSEL, Arthur, Professeur à l'Université, 16, Via Brignole Deferrari, à Gênes.

17 * JONES, Thomas Rupert, F. R. S., Penbryn, Chesham Bois Lane, Chesham-Bucks (England).

18 JUDD, John W., Professeur de géologie au Collège royal des sciences, Orford Lodge, 30, Cumberland Road, Kew.

19 KARPINSKY, Alex. Petrow., Membre de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg, Directeur du Comité géologique de Russie, Professeur à l'École des Mines, à Saint-Pétersbourg.

20 KOENEN (A. VON), Dr, Geheimer-Bergrath, Professeur de géologie et de paléontologie à l'Université de Göttingen (Allemagne).

21 LAMBERT, Jules, Paléontologiste, Président du Tribunal civil, 57, rue Saint-Martin, à Troyes (Aube), France.

22 * LOEWINSON-LESSING, F., Professeur de minéralogie et de géologie à l'Institut polytechnique de Saint-Pétersbourg, Sosnovka, à Saint-Pétersbourg.

23 LORIÉ, J., Docteur ès sciences, Privatdocent à l'Université, 18, Oudkerkhof, à Utrecht (Pays-Bas).

24 MARTEL, E.-A., Secrétaire général de la *Société de Spéléologie*, 23, rue d'Aumale, à Paris (IX)

25 MICHEL LÉVY, A., Membre de l'Institut de France, Directeur du service de la Carte géologique de France, 26, rue Spontini, à Paris (XVI).

26 PAVLOW, Alexandre.-W., Professeur à la Haute-École des ingénieurs, Docent à l'Université de Moscou et Collaborateur du Comité géologique, Tverskaja, Savinskoie podvorie, nº 10, à Moscou (Russie).

27 PAVLOW, Alexis, Professeur à l'Université, Moscou.

28 * ROSENBUSCH, H., Dr, Professeur de géologie à l'Université d'Heidelberg.

29 SACCO, Federico, Professeur de paléontologie à l'Université royale de Turin, Castello del Valentino, à Turin.

30 SUESS, Édouard, Professeur à l'Université de Vienne.

31 TEALL, J. J. Harris, Directeur général des Services géologiques de Grande-Bretagne et d'Irlande, 28 Jermyn Street, à Londres.

32 THORODDSEN, Th., Dr Phil., Professeur honoraire, 27 Aa boulevard, Copenhague.

33 TIETZE, Em. Hofrat, Directeur du K. K. geologische Reichsanstalt, à Vienne.

34 TRAQUAIR, R. H., M. D., LL. D., F. R. S., Conservateur des collections d'histoire naturelle au Musée des Sciences et des Arts, à Édimbourg (Écosse).

35 WEINSCHENK, Ernest, Dr, Professeur de pétrographie à l'Université de Munich.

36 WHITAKER, William, F. R. S., Chairman of the Sanitary Institute. Freda, 3, Campden Road, à Croydon.

37 WOODWARD, Arthur-Smith, Conservateur au Département géologique du British Museum of Natural History, 4, Scarsdale Villas, Kensington W., à Londres.

38 ZIRKEL, Prof. Dr F., Professeur honoraire de géologie à l'Université de Leipzig, 2*a*, Königstrasse, à Bonn a/R.

Membres Associés Étrangers.

1 ABEL, Dr, Othenio, Sektionsgeologe der K. K. geologischen Reichsanstalt, Professeur extraordinaire de Paléontologie à la K. K. Universität, 2, Jenullgasse, à Vienne (XIII).

2 ARCTOWSKI, H., Géologue, 308, E 15 street, New-York.

3 BERTRAND, Léon. Professeur-adjoint à la Faculté des Sciences, Collaborateur principal du Service de la Carte géologique de France, 137, boulevard Saint-Michel, à Paris.

4 BOULE, Marcellin, Professeur de paléontologie au Muséum national d'Histoire naturelle de Paris, 3, place Valhubert, à Paris (V).

5 BRUNHES, Jean, Professeur agrégé de l'Université de France, Professeur de géographie aux Universités de Fribourg et de Lausanne, clos Ruskin, à Fribourg (Suisse).

6 CAYEUX, Lucien, Docteur en sciences, Professeur à l'École nationale supérieure des mines et à l'Institut national agronomique, 6, place Denfert-Rochereau, à Paris (XIV).

7 * DUNIKOWSKI (Émile, Chevalier DE), Dr Phil., Privatdocent à l'Université de Lemberg (Galicie).

8 * FORESTI, Ludovico, Docteur en médecine, Aide-naturaliste de géologie et de paléontologie au Musée de l'Université de Bologne (Italie).

9 GOLLIEZ, H., ancien Professeur de géologie à l'Université de Lausanne, 51, Muristrasse, à Berne.

10 HOLZAPFEL, Dr Édouard, Professeur à l'Université, Schweighäuserstrasse, 28, Strasbourg i/E.

11 LOTTI, Bernardino, Docteur, Ingénieur au Corps des Mines, à Rome.

12 MEUNIER, Stanislas, Professeur de géologie au Muséum national d'Histoire naturelle, 3, quai Voltaire, à Paris (VIII).

13 MONTESSUS DE BALLORE (DE), Directeur du Service séismologique de la République du Chili, à Santiago (Chili).

14 PICARD, Karl, Membre de diverses Sociétés savantes, Nordhauserstrasse, à Sondershausen (Allemagne).

15 POHLIG, Dr Hans, Professeur à l'Université de Bonn (Prusse), 43, Ruiter strasse, à Bonn.

16 * REID, Clément, F. G. S., Attaché au Service géologique de la Grande-Bretagne, One Acre, Milford on Sea, Hants.

17 SCHARDT, Professeur de géologie à l'Académie de Neuchâtel, à Veytaux (Canton de Vaud, Suisse).

18 STEINMANN, G., Professeur à l'Université de Bonn, 98, Poppelsdorfer Allée.

19 STURTZ, B., Directeur du Comptoir minéralogique et paléontologique de Bonn, 2, Riesstrasse, à Bonn.

20 TOUTKOWSKI, Paul, Directeur des Écoles publiques du Gouvernement russe.

Membres effectifs.

1° Membres a perpétuité.

1 Administration communale de la VILLE D'ANVERS. (Bibliothèque de la Ville, place Conscience, à Anvers.)

2 Administration communale de la VILLE DE BRUXELLES.

3 Administration communale de la VILLE DE VERVIERS. (*Délégué :* M. Sinet.)

4 Administration communale de la VILLE DE BINCHE. (*Délégué :* M. le Dr Hallez.)

5 Administration communale de la VILLE DE GAND.

6 Administration communale de la VILLE D'OSTENDE. (*Délégué :* M. Verraert.)

7 HOSPICES ET SECOURS DE LA VILLE DE BRUXELLES (Administration des). (*Délégué :* M. Georges Vellut, Ingénieur.)

8 Institut géologique de l'UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN. (*Délégué :* M. l'abbé A. Salée.)

9 Maison SOLVAY & Cie, Industriels, à Bruxelles.

10 Société anonyme des TRAVAUX D'EAU, à Anvers. (*Délégué :* M. Ad. Kemna.)

11 Société des CHARBONNAGES DE MONCEAU-FONTAINE, à Monceau-sur-Sambre. (*Délégué :* M. Vital Moreau.)

12 Société anonyme des CHARBONNAGES DE BASCOUP. (*Délégué :* M. Léon Guinotte.)

13 Société anonyme des CHARBONNAGES DE HORNU ET WASMES, à Wasmes. (*Délégué :* M. Gédéon Deladrière.)

14 Société anonyme des CHARBONNAGES DE MARIEMONT. (*Délégué :* M. Raoul Warocqué.)

15 Société anonyme du CHARBONNAGE DU BOIS D'AVROY, à Sclessin-Ougrée (Liége). (*Délégué :* M. Bogaert, Hilaire, 201, quai de Fragnée, Liége.)

16 Compagnie des CHARBONNAGES BELGES, à Frameries.

17 Société anonyme des CHARBONNAGES UNIS DE L'OUEST DE MONS, à Boussu. (*Délégué :* M. Arthur Dupire.)

18 Société anonyme des CHARBONNAGES DE COURCELLES-NORD, à Courcelles.

19 Société anonyme des CHARBONNAGES DE DAHLBUSCH, à Rotthausen. Bureau à Bruxelles, 10, rue de Spa.

2° Membres effectifs

20 ALIMANESTIANO, Constantin, Ingénieur, Directeur de l'Industrie et du Commerce au Ministère des Domaines, Strada Domnei, 27, à Bucarest.

21 ALLORGE, Marcel, Lecturer of Geomorphology at the Oxford University. Museum University. Oxford.

22 ANDERNACK, Jules, 51, rue de Dave, à Jambes (Namur).

23 ANDRIMONT (René D'), Ingénieur des Mines, Ingénieur géologue, Professeur de Géologie à l'Institut agricole de l'État à Gembloux, 24, rue Forgeur, à Liége.

24 ANDROUSSOFF, Professeur de géologie à l'Université de Kiew (Russie).

25 ANNOOT, J.-B., Professeur honoraire à l'Athénée royal de Bruxelles, 78, rue Gallait, à Schaerbeek lez-Bruxelles.

26 ARRAULT, René, Ingénieur civil, entrepreneur de sondages et de puits artésiens, constructeur d'appareils pour l'intérieur et les colonies, 69, rue Rochechouart, à Paris (IX).

27 ASILE D'ALIÉNÉS DE L'ÉTAT BELGE, à Tournai.

28 AXER, A.-H., Entrepreneur de puits artésiens, 479, chaussée de Jette, à Jette-Saint-Pierre lez-Bruxelles.

29 BAES, L., Chargé de cours à l'Université, 44, avenue Ducpétiaux, à Saint-Gilles.

30 BARLET, H., Ingénieur, chef de Service aux charbonnages de Gosson-Lagasse, à Montegnée.

31 BAUCHAU, Carl, Ingénieur, Directeur gérant des charbonnages de Masse-Diarbois, Ransart.

32 BAUWENS, Léonard, 33, rue de la Vanne, à Bruxelles.

33 BAYET, Adrien, Propriétaire, 33, Nouveau Marché-aux-Grains, à Bruxelles.

34 BAYET (le Bon Ernest), Paléontologiste, à Blevio, province de Como, Italie.

35 BAYET, Louis, Ingénieur, membre de la Commission géologique de Belgique, à Walcourt (province de Namur).

36 BELGO-KATANGA (Société anonyme). (*Délégué :* M. L. Thiéry, administrateur-délégué, 11, rue de la Reinette, à Bruxelles.)

37 BERGERON, Jules, ancien Président de la Société géologique de France, Professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, 157, boulevard Haussmann, à Paris (VIII).

38 BERNAYS, Ed., Avocat, 33, avenue Van Eyck, à Anvers.

39 BÉTHUNE (Bon Gaston de), Lieutenant d'Artillerie, répétiteur à l'École militaire, 39, avenue de la Cascade, à Ixelles.

40 BEYAERT, André, Docteur en droit, 113, rue de la Station, à Gand.

41 BEYERINCK, Dr F., ancien Ingénieur des Mines du Gouvernement aux Indes néerlandaises, 10, Charlotte de Bourbonstraat, à La Haye.

42 BIÉVEZ, Edmond, Capitaine du Génie, répétiteur à l'École militaire, rue de l'Orge, 20, à Bruxelles.

43 BOUHY, Victor, Docteur en droit, 58, rue d'Archis, à Liége.

44 BOULANGÉ (l'Abbé), Hydrologue, 88, boulevard Militaire, à Bruxelles.

45 BOURGOIGNIE, Léonce, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, 77, rue des Ailes, à Schaerbeek lez-Bruxelles.

46 BRADFER, Robert, Garde général des Eaux et Forêts, à Saint-Hubert.

47 ** BRANNER, John Casper, Ph. D. Ll. D., Professor of Geology and Vice-President Stanford University, California, U. S. A.

48 BRICHAUX, A., Chimiste à la Société Solvay, 12, avenue Hamoir, à Uccle.

49 BRIEN, Victor, Ingénieur géologue, Ingénieur au Corps des Mines, chargé de cours à l'Université libre de Bruxelles, 22, quai Henvart, à Liége.

50 BRIQUET, Abel, Greffier en chef de la Cour d'appel, 44, rue Jean de Bologne, à Douai.

51 BUTTGENBACH, H., Administrateur délégué de l'Union minière du Haut-Katanga, 322, avenue Brugmann, à Uccle.

52 BYL-MONTIGNY, E., Astronomo Observatorio Porto-Alegre, Rio Grande do Sul (Brazil).

53 CALLATAY (Écuyer de), Capitaine commandant adjoint d'État-Major, Professeur à l'École militaire, 103, rue de la Marguerite, à Uccle.

54 CAMBIER, R., Ingénieur aux Charbonnages Réunis de Charleroi, 6, rue du Laboratoire, à Charleroi.

55 CAMERMAN, Émile, Ingénieur chimiste, 31, square Guttenberg, à Bruxelles.

56 CAMPION, Maurice, Ingénieur des arts et manufactures, Grand'place, à Vilvorde.

57 * CAREZ, Léon, Docteur ès sciences, ancien Président de la Société géologique de France, 18, rue Hamelin, à Paris (XVI).

58 CARTON, Léonard, Ingénieur constructeur, 41, rue du Chambge, à Tournai.

59 CAVALLIER, Directeur des hauts fourneaux et fonderies de Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle).

60 CHABAL, Henry, Ingénieur, 34, rue Ampère, à Paris.

61 CHARGOIS, CH., Professeur à l'Université, 107, avenue de la Chasse, à Etterbeek lez-Bruxelles.

62 COGELS, P., Géologue, au Château de Boeckenberg, à Deurne (Anvers).

63 COMPAGNIE INTERCOMMUNALE DES EAUX, 48, rue du Trône, à Bruxelles. (*Délégué :* M. A. Deblon, ingénieur en chef.)

64 CORNET, J., Professeur à l'École des Mines et Faculté polytechnique du Hainaut, 86, boulevard Dolez, à Mons.

65 CORNET, Jules, Directeur des Nouvelles Carrières du Brabant, à Quenast, 121, rue la Source, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

66 COSSOUX, N.-V.-Léon, Ingénieur civil, 12, place Armand Steurs, à Bruxelles.

67 COSYNS, G., Docteur en sciences naturelles, Assistant à l'Université libre, Villa Marie-Louise, avenue Emmanuel, à Haeren-Nord.

68 CUAU, Charles, Ingénieur civil des Mines Directeur technique de la Compagnie française des carbures de Séchilienne (Isère), Ingénieur-conseil de la Compagnie des Eaux de Rambouillet, 17, boulevard Pasteur, à Paris.

69 CUPIS, Conducteur de travaux, 130, rue des Coteaux, à Schaerbeek.

70 CUVELIER, Eugène, Lieutenant-colonel du Génie, Examinateur permanent à l'École militaire, 111, rue Stévin, à Bruxelles.

71 CUYLITS, Jean, Docteur en médecine, 44, boulevard de Waterloo, à Bruxelles.

72 DAIMERIES, A., Professeur émérite à l'Université libre, 4, rue Royale, à Bruxelles.

73 * DAPSENS, Directeur propriétaire de carrières, à Yvoir lez-Dinant.

74 DAUTZENBERG, Phil., Paléontologiste, ancien Président de la *Société royale zoologique et malacologique de Belgique*, 209, rue de l'Université, à Paris (VII).

75 DAVAL, J., ancien Greffier du Tribunal de commerce, Abbaye Saint-Pantaléon à Saint-Dizier, Haute-Marne (France).

76 DAVREUX, M., Lieutenant d'artillerie, adjoint d'État-Major, 37, rue François Roffiaen, à Ixelles.

77 DE BUSSCHERE, A., Conseiller à la Cour d'appel, 45, rue Lesbroussart, à Ixelles.

78 DE CORT, Hugo, Président de la *Société royale zoologique et malacologique de Belgique*, 4, rue d'Holbach, à Lille (France).

79 DE GRAEF, Joseph, Transporteur maritime, 21, rue Oedenkoven, à Borgerhout lez-Anvers.

80 DE GREEF, H. S.-J., Professeur à la Faculté des Sciences, au Collège Notre-Dame de la Paix, à Namur.

81 DEJARDIN, L., Directeur général des Mines, 124, rue Franklin, à Bruxelles.

82 DELADRIER, Émile, Docteur en sciences, 37, avenue Michel-Ange, à Bruxelles.

83 * DELECOURT-WINCQZ, Jules, Ingénieur-conseil de la Compagnie Internationale de recherches de mines et d'entreprises de sondage, 31, rue Bréderode, à Bruxelles.

84 DELECOURT-WINCQZ, Jules (fils), Ingénieur, 31, rue Bréderode, à Bruxelles.

85 DELÉPINE, G., Professeur à la Faculté libre des sciences, 41, rue du Port, à Lille.

86 DELHAYE, Ferdinand, Ingénieur à la Société anonyme de Merbes-le-Château, Route de Filot, à Hamoir.

87 DEMEURE, Édouard, Ingénieur, 53, avenue des Arts, à Bruxelles.

88 DEMOLLIN, Victor, Directeur technique des travaux de la maison Monnoyer, 87, rue du Trône, Ixelles

89 DE NEUTER, Général-Major commandant la 4e brigade de cavalerie, 9, rue Courte du Jour, à Gand.

90 DENIL, Gustave, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 10, rue Van Driessche, à Bruxelles.

91 DE RAECK, Léon, Ingénieur civil des Mines, 245, avenue d'Auderghem, à Bruxelles.

92 DEROOVER, G., Capitaine commandant du Génie en retraite, à Niel lez-Boom.

93 DETHY, Théophile, Ingénieur en chef, Directeur des Ponts et Chaussées, 48, rue du Pépin, à Namur.

94 DEULIN, Nestor, Ingénieur, Directeur gérant du charbonnage de l'Épine, à Montignies.

95 DEVREUX, E., Architecte, Bourgmestre de Charleroi, 25, rue du Pont-Neuf, à Charleroi.

96 DEWARICHET, Théophile, Imprimeur, 5, Montagne de Sion, à Bruxelles.

97 DIDERRICH, N., Ingénieur civil des Mines, Membre du Conseil colonial, 64, rue Royale, à Bruxelles.

98 DIDION, J., Constructeur d'appareils de sondages, 32, rue de Joncker, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

99 DIENERT, Frédéric-Vincent, Docteur ès sciences, Chef du service local de surveillance des sources de la ville de Paris, 8, place de la Mairie, à Saint-Mandé (Seine).

100 DOAT, Ingénieur, Directeur de la Compagnie générale des Conduites d'eau, aux Vennes, à Liége.

101 DOCHAIN-BONNET, A., à Couillet.

102 DOCHAIN-DEFER, F., Industriel, à Couillet.

103 DOLLO, Louis, Professeur à l'Université libre, Conservateur du Musée royal d'Histoire naturelle, 31, rue Vautier, à Bruxelles.

104 DORLODOT (Chanoine Henry DE), Professeur à l'Université catholique, 44, rue de Bériot, à Louvain.

105 DORLODOT (Jean DE), Ingénieur civil des Mines, château de Floriffoux par Floreffe.

106 DORLODOT (Léopold DE), 83, rue de Montigny, à Charleroi.

107 DOUVILLÉ, Henri, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Mines, Professeur de Paléontologie à l'École des Mines, 207, boulevard Saint-Germain, à Paris (VII).

108 DOYEN, A., Docteur en sciences, à Geest-Gérompont (Brabant).

109 DUBOIS, E., Ingénieur civil des Mines, 73, rue du Centre, à Verviers.

110 DUBREUCQ, René, Capitaine commandant adjoint d'État-Major du régiment des Grenadiers, membre du Conseil colonial, 14, rue Antoine-Labarre, à Ixelles lez-Bruxelles.

111 DUMON, H., Directeur de la Société des Carrières Dumon et Cie, faubourg de Valenciennes, à Tournai.

112 DUMONT, André, Professeur d'exploitation des Mines à l'Université catholique, 18, rue des Joyeuses-Entrées, à Louvain.

113 ** DUPONT, Édouard, Membre de l'Académie royale des Sciences, Directeur honoraire du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, à Boitsfort.

114 * DURAFFOUR, Ferdinand, Entrepreneur de sondages, 35 rue Saint-Martin, à Tournai.

115 DURIEUX, Charles, Ingénieur agricole, Garde général des Eaux et Forêts, 21, avenue Milcamps, à Schaerbeek lez-Bruxelles.

116 DUTERTRE, Émile, Docteur en médecine, 12, rue de la Coupe, à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais), France.

117 DUVIGNEAUD, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 39, rue de la Station, à Marche.

118 DUYK, Chimiste au Ministère des Finances, 121, rue Émile Banning, à Bruxelles.

119 ENSCH, Norbert, Dr en médecine, chef de Service d'hygiène et de médecine préventive de Schaerbeek, 38, rue Henri Bergé, à Bruxelles.

120 EXSTEENS fils, 21, rue de Loxum, à Bruxelles.

121 FALK, Franz, Docteur en sciences, 35, rue Montagne-aux-Herbes-Potagères, à Bruxelles.

122 * FALK, Henry, Libraire éditeur, 12A, rue des Paroissiens, à Bruxelles.

123 FAVAUGE (C.-A. DE), Ingénieur civil, à Westende.

124 * FÉLIX, J., Docteur en médecine, Professeur à l'Université nouvelle, 715, chaussée de Waterloo, à Vleurgat.

125 FIEVEZ, Ch., 4, chaussée de Malines, à Vilvorde.

126 FISCH, A., 70, rue de la Madeleine, à Bruxelles.

127 FORAKY, Société anonyme belge d'entreprises de forage et fonçage. (*Délégué :* M. Meganck, Ingénieur, 12, rue du Congrès, à Bruxelles.)

128 FOURMARIER, Paul Ingénieur géologue, Ingénieur au Corps des Mines, Répétiteur à l'Université, 138*bis* avenue de l'Observatoire, à Liége.

129 FOURNIER, dom Grégoire, O. S. B. de l'Abbaye de Maredsous, Supérieur de la « Maison de Maredsous », 55, boulevard de Jodoigne extérieur, à Louvain.

130 FOURNIER, Professeur à la Faculté des sciences de l'Université de Besançon (Doubs).

131 FRAIPONT, Ch., Ingénieur des Mines, 35, rue Mont-Saint-Martin, à Liége.

132 FRANCQ, Alfr., Ingénieur, 103, rue Froissard, à Bruxelles.

133 FRANKOWSKY, Ingénieur (Travaux publics), 31, rue Émile-Banning, à Anvers.

134 FRITSCH, Dr Ant., Professeur à l'Université de Prague, 7, Jáma, à Prague.

135 GERARD, L., Ingénieur électricien, ancien Professeur à l'Université, 3, avenue Guillaume Macau, à Bruxelles.

136 GÉRIMONT, Pierre, Ingénieur chimiste, 24, rue Grand-Gainage, à Liége.

137 ** GIBBS, William B., Membre de diverses Sociétés savantes, Thornton, Beulah Hill, Upper Norwood, à Londres.

138 GILBERT, Théod.-A.-F., Docteur en médecine, 55, rue de la Concorde, à Bruxelles.

139 GILLET, Ingénieur de la Résidence royale, 109, rue de Molenbeek, à Laeken.

140 GILSON, G., Directeur du Musée royal d'Histoire naturelle, 31, rue Vautier, à Ixelles lez-Bruxelles.

141 GILSON, V., Docteur en sciences, Professeur à l'Athénée royal, 39, rue de Varsovie à Ostende.

142 GOBLET D'ALVIELLA (comte Eugène), Propriétaire, au château de Court-Saint-Étienne, et 10, rue Faider, à Bruxelles.

143 GODY, L., Professeur à l'École Militaire, 85, rue du Viaduc, à Ixelles lez-Bruxelles.

144 GOFFINET, J., Ingénieur, 28, boulevard du Régent, à Bruxelles.

145 GOLDSCHMIDT, Robert, Docteur en sciences, 54, avenue des Arts, à Bruxelles.

146 GRÉGOIRE, Achille, Ingénieur agricole, Directeur de la Station de chimie et de physique agricoles, à Gembloux.

147 GREINDL (Bon Léon), Capitaine commandant d'État-Major, Professeur à l'École de guerre, 19, rue Tasson-Snel, à Bruxelles.

148 ** GREINER, Ad., Directeur général de la Société Cockerill, à Seraing.

149 GRÖBER, Paul, Docteur en sciences, 30, Pfargasse, à Strassburg-Ruprechtsau.

150 GROSSOUVRE (A. DE), Ingénieur en chef au corps des Mines, à Bourges (France).

151 GUEQUIER, J., Docteur en sciences naturelles, Préparateur à l'Université de Gand, 28, rue Thérésienne, à Gand.

152 HABETS, P., Directeur gérant de charbonnage, 33, Avenue Blonden, à Liége.

153 HALET, Frans, Ingénieur, ff. de Chef de Section au Service géologique de Belgique, 5, rue Simonis, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

154 HANKAR-URBAN, Albert, Ingénieur, Directeur général de la Société anonyme des Carrières de porphyre de Quenast, 24, rue de Turin, à Bruxelles.

155 HANNON, Ed., Ingénieur, 86, rue Henri Wafelaerts, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

156 HANREZ, Prosper, Ingénieur, 190, chaussée de Charleroi, à Bruxelles.

157 HANS, J., Ingénieur civil, 119, rue du Commerce, à Bruxelles.

158 HARDENPONT, L., ancien Sénateur, rue du Mont-de-Piété, à Mons.

159 HASSE, Georges, Médecin vétérinaire du Gouvernement, Membre de l'Académie royale d'Archéologie, 28, avenue de la Chapelle, Berchem (Anvers).

160 HAVERLAND, Eug., Architecte, à Virton (Luxembourg).

161 HEGENSCHEID, Alfred, Docteur en sciences, Professeur à l'École normale de Bruxelles, 30, rue Gauthier, à Molenbeek-Saint-Jean lez-Bruxelles.

162 ** HENROZ, G., Administrateur délégué de la Société anonyme de et à Merbes-le-Château.

163 HERMANS, Jean-Baptiste, Ingénieur en chef, Chef de service aux Voies et Travaux, 35, rue Van Oost, à Schaerbeek.

164 HOMBLÉ, Henri, Ingénieur agronome, Professeur de sciences naturelles à l'Institut agricole de Kouei-lin (province de Kouang-Si), 10, rue Edelinck, à Anvers.

165 HOUBA, L., Secrétaire communal de la Résidence royale de Laeken, 159, rue Thielemans, à Laeken.

166 ** HOUZEAU DE LEHAIE, Auguste, Sénateur, ancien Président de la *Société royale belge de Géographie*, Château de l'Ermitage, à Mons.

167 * IDIERS, Fernand, Industriel, à Auderghem.

168 IMBEAUX, Édouard, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Docteur en médecine, 18, rue Sainte-Cécile, à Nancy.

169 INSTITUT GÉOLOGIQUE DE LA TECHNISCHE HOCHSCHULE (*Délegué :* M. le Professeur Dannenberg, Directeur de l'Institut), à Aix-la-Chapelle.

170 INSTITUT PROVINCIAL D'HYGIÈNE ET DE BACTÉRIOLOGIE DU HAINAUT, à Mons (*Délégué :* M. Herman, Directeur).

171 JACOBS, Fernand, Président de la *Société belge d'Astronomie*, rue des Chevaliers, 21, à Bruxelles.

172 * JACQUES, Victor, Docteur en médecine, Secrétaire général de la *Société d'Anthropologie de Bruxelles*, 42, rue du Commerce, à Bruxelles.

173 JANET, Charles, Docteur ès sciences, Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien Président de la *Société zoologique de France*, 71, rue de Paris, Voisinlieu, Beauvais (Oise).

174 JANSON, Paul, Avocat, Membre de la Chambre des Représentants, 73, rue Defacqz, à Bruxelles.

175 JÉROME, Alex., Professeur à l'Athénée, Secrétaire général de la *Société géologique du Luxembourg*, 69, rue Saint-Jean, à Arlon.

176 JOHNSTON-LAVIS, H.-J., Professeur agrégé de l'Université royale de Naples, à Beaulieu (Alpes-Maritimes, France). En été : Villa Minima, à Vittel (Vosges).

177 JONKER, Dr H.-G., Professeur extraordinaire de paléontologie et de géologie historique, à l'École supérieure technique de Delft, 25, Amalia van Solmsstraat, à La Haye.

178 KAISIN, Félix, Docteur en sciences naturelles, Professeur à l'Université de Louvain.

179 KEMNA, Ad., Directeur de la Société anonyme des Travaux d'eau, 6, rue Montebello, à Anvers.

180 KERSTEN, Joseph, Ingénieur, Inspecteur général des Charbonnages patronnés par la *Société générale de Belgique*, 43, avenue Brugmann, à Bruxelles.

181 KESTENS, Capitaine commandant d'artillerie adjoint d'État-Major, détaché au Service du Gouvernement argentin, Casilla Correo, 1334, à Buenos-Aires.

182 KLEIN, Ingénieur attaché au Service géologique du Sud du Limbourg hollandais à Heerlen (Limbourg hollandais).

183 KLINGE, J., Ingénieur. A la Société des Ingénieurs à Lima (Pérou).

184 KOKEN, E., Professeur de Géologie à l'Université de Tubingen (Allemagne).

185 KONTKOWSKI (DE), Eugène, Colonel du Génie, Ingénieur, 56, Fontanza, à Saint-Pétersbourg.

186 KRANTZ, Fritz, Dr Phil., Propriétaire du Comptoir minéralogique rhénan, 36, Herwarthstrasse, à Bonn-s/Rhin.

187 KRENDEFF, Assain, Ingénieur de section au Service des Ponts et Chaussées, à Kustendil (Bulgarie).

188 KRISCHTAFOWITSCH, Rédacteur de l'Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, à Nowo-Alexandria (Russie).

189 KRUSEMAN, Henri, Ingénieur, rue Africaine, 24, à Bruxelles.

190 LAGRANGE, Eug., Docteur en sciences physiques et mathématiques, Professeur émérite de physique à l'École militaire, 60, rue des Champs-Élysées, à Ixelles lez-Bruxelles.

191 LAMBERT, Paul, Propriétaire, 252, rue de la Loi, à Bruxelles.

192 LAMEERE, Auguste, Professeur à l'Université libre, Membre correspondant de l'Académie royale des Sciences, 10, avenue du Haut-Pont, à Bruxelles.

193 LAMPE, D., Ingénieur civil, 123, avenue de la Toison d'Or, à Bruxelles.

194 LARMOYEUX, Ernest, Ingénieur principal honoraire des Mines, 7, rue du Bailli, à Bruxelles.

195 LATINIS, Léon, Ingénieur expert, à Seneffe.

196 LATINIS, Victor, Ingénieur civil, 111, avenue Georges-Henri, Bruxelles.

197 LAUR, Francis, Ingénieur civil des Mines, 26, rue Brunel, à Paris (XVII).

198 LECHIEN, Adolphe, Ingénieur en chef, Directeur de service aux Chemins de fer de l'État, 32, rue Botanique, à Bruxelles.

199 ** LE COUPPEY DE LA FOREST, M., Ingénieur des améliorations agricoles, Auditeur au Conseil supérieur d'hygiène de France, Collaborateur de la Carte géologique de France, 8, rue du Boccador, à Paris (VIII).

200 LEFEBVRE, Jules, Capitaine du Génie, 12, rue Joseph Bal, à Berchem lez-Anvers.

201 LEGRAND, Ingénieur en chef, Directeur des travaux des Charbonnages réunis, 52, rue Roton, à Charleroi.

202 LEGRAND, Louis, Ingénieur, 13, quai Mativa, à Liége.

203 LEJEUNE DE SCHIERVEL, Ch., Ingénieur, 12, rue Stévin, à Bruxelles.

204 LEMAIRE, Emmanuel, Ingénieur au Corps des Mines, 116, boulevard Charles-Sainctelette, à Mons.

205 ** LE MARCHAND, Augustin, Ingénieur civil, 2, rue Traversière, aux Chartreux, à Petit-Quévilly (Seine Inférieure), France.

206 * LEMONNIER, Alfred, Ingénieur, 60, boulevard d'Anderlecht, à Bruxelles.

207 LERICHE, Maurice, Professeur à l'Université libre, 47, rue du Prince-Royal, à Ixelles lez-Bruxelles.

208 LEYDER, Capitaine commandant, Bibliothécaire du Département de la Guerre.

209 LIMBURG-STIRUM (Cte Ad. DE), Membre de la Chambre des Représentants, 23, rue du Commerce, à Bruxelles.

210 LION, Jules, Ingénieur hydrologue, 40, rue du Four, à Paris.

211 LIPPMANN, Édouard, Ingénieur civil, Entrepreneur de puits artésiens et sondages, 47, rue de Chabrol, à Paris (X).

212 LOHEST, Maximin, Professeur à l'Université de Liége, Membre correspondant de l'Académie royale des Sciences, 46, Mont-Saint-Martin, à Liége.

213 * LONQUÉTY, Maurice, Ingénieur civil des Mines, 16, place Malesherbes, à Paris.

214 LOPPENS, Georges, Ingénieur provincial, 47, rue du Vieux-Mayeur, à Liège.

215 LUCAS, Walthère, Ingénieur chimiste, Djibadak, à Java.

216 MAGNIE (Abbé Léon), Professeur de Sciences naturelles à l'Institut Saint-Joseph, à La Louvière.

217 MAILLIEUX, Eugène, Aide-naturaliste au Musée royal d'Histoire naturelle, 31, rue Vautier, à Ixelles lez-Bruxelles.

218 MALAISE, Constantin, Membre de l'Académie royale des Sciences, Vice-président de la Commission géologique, Professeur émérite à l'Institut agricole de l'État, rue Latérale, à Gembloux.

219 MARBOUTIN, Félix, Ingénieur des arts et manufactures, Professeur de salubrité et d'hygiène à l'École centrale des arts et manufactures de Paris, Chef de laboratoire à l'Observatoire de Montsouris, 78 boulevard Saint-Michel, à Paris (VI).

220 MARCHADIER, L., Directeur du Laboratoire de surveillance de la station municipale filtrante de l'Epau, au Mans (Sarthe, France).

221 MARGERIE (Emmanuel DE), Géologue et Géographe, ancien Président de la Société géologique de France, 44, rue de Fleurus, à Paris (VI).

222 MASSART, Capitaine commandant d'artillerie, adjoint d'État-Major, au 3e régiment d'artillerie, à Malines.

223 MASSAUX, Directeur de l'École industrielle de Schaerbeek, 19, rue Renkin, à Schaerbeek.

224 MASSON, Ch., Directeur du Laboratoire d'analyses de l'État belge, à Gembloux.

225 MATHIEU, Émile, Capitaine commandant du Génie, Professeur à l'École Militaire 91, chaussée Saint-Pierre, à Bruxelles.

226 MÉLOTTE, J., Ingénieur des Ponts et Chaussées, 60, rue Van Maerlant, à Anvers.

227 MERSCH, Jules, Docteur ès sciences, 74, avenue Duepétiaux, à Saint-Gilles.

228 MESENS, Ed., Sénateur, 79, rue des Rentiers, à Etterbeek lez-Bruxelles.

229 MESSENS, Ingénieur des Mines de la Vieille-Montagne, à Baelen-Wezel (Anvers).

230 MEUNIER, Em., rue des Écoles, à Givet (France).

231 MIEG, Mathieu, Rentier, 48, avenue de Modenheim, à Mulhouse (Alsace).

232 MOENS, Jean-F.-J., Avocat, à Lede, près d'Alost.

233 MOLENGRAAFF, Dr G.-A.-F., Géologue de l'État de la République Sud-Africaine du Transvaal, Professeur à l'École supérieure technique de Delft, 43, Stolberglaan, La Haye (Pays-Bas).

234 MONGENAST, Charles, ancien Officier d'artillerie, Professeur de mathématiques supérieures, 12, rue des Champs-Élysées, à Ixelles lez-Bruxelles.

235 MONICH, Ingénieur hydrologue, 10, place de la Préfecture, Le Mans (Sarthe).

236 MONNOYER, Léon, Président de la Chambre syndicale des matériaux de construction, 409, avenue Louise, à Bruxelles.

237 MONNOYER, Marcel, Entrepreneur de travaux publics, 41, rue Gachard, à Bruxelles.

238 MONTAG, Émile, Employé de commerce, 4, Queens Road, à Rockferry Cheshire, Angleterre.

239 MOREAU, Ingénieur en chef du Service technique provincial, rue des Douze-Apôtres, à Bruxelles.

240 MOURLON, M., Membre de l'Académie royale des Sciences, Directeur du *Service géologique de Belgique*, 107, rue Belliard, à Bruxelles.

241 * MUNCK (Émile DE), Collaborateur au Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, Villa de Val-Marie, à Saventhem.

242 MUSÉE GÉOGRAPHIQUE SCOLAIRE annexé à l'École normale de Charleroi, 34, rue de France, à Charleroi.

243 NAVEZ, L., Homme de lettres, 162, chaussée de Haecht, à Bruxelles.

244 NEEFS, P., Capitaine commandant d'État-Major, Attaché au cabinet du Ministre de la Guerre, 168, rue Belliard, à Bruxelles.

245 NICKLÈS, René, Professeur adjoint à la Faculté des sciences (Université de Nancy), 41, rue des Tiercelins, à Nancy (France).

246 ** NOETLING, Fritz Docteur en philosophie, Paleontologiste, Beachholme, Sandy Bay, à Hobart (Tasmania-Australie).

247 NOURTIER, Édouard, Ingénieur directeur du service municipal des eaux de Roubaix et de Tourcoing, 1, rue de Paris, à Tourcoing (France).

248 OEBBEKE, C., Professeur au Laboratoire minéralogique et géologique de l'École technique des Hautes-Études, à Munich.

249 OEHLERT, D.-P., Correspondant de l'Institut de France, Conservateur du Musée national d'Histoire naturelle, 29, rue de Bretagne, à Laval (Mayenne), France.

250 OOR, Robert, Sous-lieutenant au Régiment des Grenadiers, 74, avenue du Vert-Chasseur, à Uccle.

251 PAQUAY, H., Docteur en médecine, Médecin du Bureau d'Hygiène de la ville de Bruxelles, 23, rue t'Kint, à Bruxelles.

252 PAQUET, Gérard-Th., Capitaine retraité, 74, chaussée de Forest, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

253 PARMENTIER, Gustave, Lieutenant au 6e régiment d'artillerie, 161, avenue Louise, à Bruxelles.

254 * PASSELECQ, Albert, Ingénieur, Directeur du Charbonnage du Midi de Mons, 54, rue du Hautbois, à Mons.

255 PAULIN-BRASSEUR, Industriel, à Couillet (Hainaut).

256 PENY, Éd., Ingénieur, Administrateur des Charbonnages de Mariemont et Bascoup, Morlanwelz.

257 * PERGENS, Édouard, Docteur en médecine, 6, rue de Heppeneert, à Maeseyck.

258 PIERPONT (Édouard DE), au château de Rivière, à Profondeville-s/Meuse.

259 * PIERRE, Gustave, Industriel, 31, rue de Ruysbroeck, à Bruxelles.

260 * PIRET, Adolphe, Directeur du *Comptoir belge de géologie et de minéralogie*, 455, avenue Van Volxem, Bruxelles-Midi.

261 PITTOORS, J., Colonel commandant le régiment du Génie, 37, avenue Cogels, à Anvers.

262 PLUMAT, Polycarpe, Ingénieur, 102, rue de la Croix-de-fer, à Bruxelles.

263 POIRY, Célestin, Maître de carrières, 225, avenue Louise, à Bruxelles.

264 POLAK, Gaston, Ingénieur civil des Mines, Directeur des mines transieviny, Eötvös Utca, 7a, à Kolozsvar (Hongrie).

265 PORTIS, Alessandro, Professeur de géologie et de paléontologie à l'Université de Rome, Musée géologique de l'Université, à Rome.

266 POSKIN, Dr Achille, 15, avenue du Marteau, à Spa.

267 POURBAIX, Jules, Ingénieur, 73, boulevard de l'Hôpital, à Mons.

268 PROOYEN KEYSER, L. (VAN), Directeur du Service des Eaux, 64, boulevard d'Omalius, à Namur.

269 PUECH, Armand, à Mazamet (Tarn-France).

270 * PUTTEMANS, Charles, Professeur de chimie à l'École industrielle, 9, rue Van Bemmel, à Saint-Josse-ten-Noode lez-Bruxelles.

271 PUTZEYS, E., Ingénieur en chef des Travaux de la Ville, 14, avenue de la Renaissance, à Bruxelles.

272 PUTZEYS, le Dr F., Professeur d'hygiène à l'Université de Liége, 1, rue Forgeur, à Liége.

273 QUESTIENNE, P., Ingénieur en chef, Directeur du Service technique provincial, 13, rue Sohet, à Liége.

274 RABOZÉE, H., Capitaine commandant du Génie, Professeur à l'École militaire, 18, rue du Conseil, à Ixelles lez-Bruxelles.

275 RADZITZKY D'OSTROWICK (Bon Ivan de), 6, rue Paul Devaux, à Liége.

276 RAEYMAECKERS, Désiré, Médecin de régiment au 5e de ligne, 38, rue du Dauphin, à Anvers.

277 RAMOND-GONTAUD, Assistant de géologie au Muséum national d'Histoire naturelle (Paris), 18, rue Louis-Philippe, à Neuilly-sur-Seine (Seine), France.

278 RENIER, Armand, Ingénieur au Corps des Mines, Ingénieur géologue, Professeur à l'Université de Liége, 18, rue de Sclessin, à Liége.

279 RICHERT, J. Gust., Professeur, 16, Normalmstorg, à Stockholm.

280 RICHOUX, Eugène, Ingénieur à la Société générale de Belgique, 5, avenue de l'Hippodrome, à Bruxelles.

281 ROBERT, Paul, Ingénieur aux Chemins de fer de l'État belge, 7, rue Saint-Bernard, à Bruxelles.

282 RODENBURG, F., Ingénieur, Membre de la firme J. de Boer et Cie (Sondages), 1, Zuiderplein, à Leeuwarden (Hollande).

283 ROELOFS, Paul, Industriel, 3, rue des Tanneurs, à Anvers.

284 ROERSCH, L., Ingénieur honoraire des Mines, 124, avenue Brugmann, à Bruxelles.

285 ROLLAND, Émile, Industriel, 39, rue André-Masquelier, à Mons.

286 ROSÉE (Frédéric DE), Château de Moulins, par Yvoir.

287 ROSÉE (Baron Jacques DE JACQUIEZ DE), 18, rue des Deux-Églises, à Bruxelles. A Vielsalm (*été*).

288 ** RUTOT, Aimé, Ingénieur honoraire des Mines, Géologue, Conservateur du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, Membre correspondant de l'Académie royale des Sciences, 189, rue de la Loi, à Bruxelles.

289 SALMON, Ingénieur de la ville de Bruges, Directeur des travaux, 10, quai Spinola, à Bruges.

290 SCHACK DE BROCKDORF, Frédéric-G., Consul général de S. M. le Roi de Danemark, à Anvers.

291 SCHMITZ, le R. P. Gaspar, S. J., Professeur de géologie, Directeur du *Musée géologique des Bassins houillers belges,* à Louvain. (Adresse : Musée Houiller, Louvain.)

292 SCHMITZ, Th., Ingénieur civil des Mines, 58, rue Saint-Joseph, à Anvers.

293 SCHOEP, Docteur ès sciences, Docteur en géographie, Assistant à l'Université, 6, rue Bréderode, à Gand.

294 SCHOOFS, le Dr François, 86, rue des Guillemins, à Liége.

295 SCHULZ-BRIESEN, Ingénieur honoraire des Mines, Directeur général honoraire des Charbonnages de Dahlbusch, 19, Schillerstrasse, à Düsseldorf.

296 ** SELYS LONGCHAMPS (Walter DE), Docteur en droit, Sénateur, à Halloy (Ciney).

297 SEMET, H., Capitaine commandant d'État-Major, 139, avenue de Tervueren, à Bruxelles.

298 SEVEREYNS, G., Industriel, 103, rue Gallait, à Bruxelles.

299 SILVERYZER (l'abbé), à Herck-la-Ville.

300 SIMOENS, G., Docteur ès sciences minérales, Chef de section au Service géologique de Belgique, Palais du Cinquantenaire, à Bruxelles.

301 SIMONET, bourgmestre de et à Oisquercq.

302 SIX-SENÉLAR, Émile, Ingénieur des arts et manufactures, à Warneton.

303 SLAGHMUYLDER, Charles, Ingénieur en chef, Directeur de Service des Chemins de fer de l'État, 30, avenue Eugène Demolder, à Schaerbeek lez-Bruxelles.

304 SMETS, G. (Chanoine), Inspecteur diocésain, 2, rue Bovy, à Liége.

305 ** SOCIÉTÉ ANONYME DE MARCINELLE ET COUILLET (Charbonnage de Marcinelle-Nord), à Marcinelle (Charleroi). (*Délégué :* M. Nestor EVRARD, Directeur gérant.)

306 ** SOCIÉTÉ ANONYME DES CHARBONNAGES, HAUTS FOURNEAUX ET USINES DE STRÉPY-BRACQUEGNIES. (*Délégué :* M. Amour SOTTIAUX, Directeur gérant, à Strépy-Bracquegnies.)

307 SOCIÉTÉ DES FOURS A CHAUX COLARD ET GUILLAUME, à Couvin.

308 SOCIÉTÉ D'ENTREPRISES DE SONDAGES PAGNIEZ et BRÉGI, rue de la Gare, à Saint-André lez-Lille (Nord).

309 SOCIÉTÉ ANONYME DES CHARBONNAGES RÉUNIS DE ROTON, FARCIENNES ET OIGNIES-OISEAU. (*Délégué :* M. V. LAMBIOTTE, Directeur gérant, à Tamines.)

310 SQUILBIN, Henri, Ingénieur, Chef de section Pien Lo Railway, à Yen-She-Sien, province de Houan, 201, avenue du Sud, à Anvers.

311 STAINIER, X., Membre de la Commission géologique de Belgique, Professeur de géologie à l'Université de Gand, 27, Coupure, à Gand.

312 STEFANESCU, Gregoriù, Professeur de géologie à l'Université, Directeur du Bureau géologique, 8, Strada Verde, à Bucarest.

313 ** STEVENSON, J.-J., Ancien professeur à l'Université de New-York, 568, West End avenue, à New York City.

314 STORMS, Ernest, Ingénieur, Entrepreneur de travaux publics, 6, rue du Receveur, à Bruges.

315 TEIRLINCK, I., Professeur honoraire de sciences naturelles aux Écoles normales, 33, rue De Rosne, à Molenbeek-Saint-Jean.

316 THIEREN, Jean, Candidat en sciences naturelles, 63, rue de l'Empereur, à Anvers.

317 THIERRY, J.-C , Ingénieur des Mines, Casilla Correo 1565, à Buenos-Aires.

318 THOMAES, Oscar, conseiller communal, place Delhaye, à Renaix.

319 THOMSON, Dr Pierre-Jean, 254, avenue Louise, à Bruxelles.

320 TIHON, F., Docteur en médecine, à Theux (province de Liége).

321 TOUSSAINT, G., Lieutenant d'artillerie de réserve, à Quenast.

322 TRULEMANS, Henry, Ingénieur adjoint du service des eaux de la Ville, 8, rue Montagne de l'Oratoire, à Bruxelles.

323 UHLENBROEK, G.-D., Ingénieur, à Bloemendaal (Hollande).

324 VAN BELLINGEN, Constant, Ingénieur, 70, rue Montoyer, à Bruxelles.

325 VAN BOGAERT, Clément, Ingénieur aux Chemins de fer de l'État, 88, rue Wilson, à Bruxelles.

326 VAN CALKER, Dr F. J. P., Professeur à l'Université de Groningue (Pays-Bas).

327 VAN CROMBRUGGHE, Capitaine commandant d'artillerie, adjoint d'État-Major, aide de camp du général Heimburger, 48, rue César Frank, à Liége.

328 VAN DE CASTEELE, A., Conducteur des Ponts et Chaussées, à Blankenberghe

329 ** VAN DEN BROECK, Ernest, Géologue, Conservateur du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, Membre du Conseil de Direction de la Carte géologique du Royaume, 39, place de l'Industrie, à Bruxelles.

330 VANDENPERRE, Directeur gérant des Brasseries Artois, à Louvain.

331 VAN DER POORTEN, L., Photograveur, 171, rue Belliard, à Bruxelles.

332 VAN DER SCHUEREN, Pierre, Ingénieur principal des Ponts et Chaussées, 9, rue du Jardin, à Ostende.

333 VAN DER VAEREN, Julien, Ingénieur, Professeur à l'Institut agronomique de l'Université de Louvain, Inspecteur de l'Agriculture, 228, chaussée d'Alsemberg, à Bruxelles.

334 VANDEUREN, Pierre, Capitaine du Génie, Docteur de l'Université de Paris, Professeur à l'École militaire, 16, avenue Macau, à Ixelles lez-Bruxelles.

335 VAN DE WIELE, Dr C., 27, boulevard Militaire, à Ixelles lez-Bruxelles.

336 VAN DE WOUWER, Eugène, 33, rue d'Edeghem, à Vieux-Dieu, Mortsel.

337 VAN EMELEN, Amaro, Mosteiro de S. Bento, Caixa P. 118. São Paulo (Brésil).

338 VAN HOEGAERDEN, Paul, Conseiller provincial, 7, boulevard d'Avroy, à Liége.

339 VAN LIL, Capitaine commandant de cavalerie, adjoint d'État-Major, 41, rue Dautzenberg, à Bruxelles.

340 VAN MEURS, Ingénieur en chef des travaux de la Ville de Mons, 2, rue des Tuileries, à Mons.

341 VAN MIERLO, J.-C., Ingénieur à la Compagnie internationale des Wagons-Lits et des Grands Express européens, 74, avenue de la Reine, à Ostende.

342 VAN OVERLOOP, Eugène, Conservateur en chef des Musées des arts industriels et décoratifs, 79, avenue Michel-Ange, à Bruxelles.

343 VANTROOYEN, Capitaine commandant du Génie, Répétiteur à l'École militaire, 58, rue de la Tulipe, Ixelles.

344 VAN WAESBERGHE, Aimé, Ingénieur, Directeur de l'École de Bienfaisance de l'État, à Saint-Hubert.

345 VAN WATERSCHOOT VAN DER GRACHT, W., Ingénieur, Directeur des Explorations minières de l'Etat, 6, Cremerweg, à La Haye.

346 VAN WEYENBERG, Alphonse, Major du Génie, 40, rue du Grand-Chien, à Anvers.

347 VAN YSENDYCK, Paul, Ingénieur, 8, avenue du Haut-Pont, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

348 * VÉLAIN, Charles, Professeur de géographie physique à la Faculté des sciences de l'Université de Paris, 9, rue Thénard, à Paris (V).

349 VELGE, G., Ingénieur, Bourgmestre de Lennick-Saint-Quentin.

350 VIBRAYE (comte Jacques de) Ingénieur hydrologue, 2, rue Récamier, à Paris.

351 VILAIN, Nestor. Capitaine commandant du Génie, Pavillon du Fort d'Oeleghem, à Schilde.

352 VILLAIN, François, Ingénieur en chef des Mines, 57, rue Stanislas, à Nancy (France).

353 VINÇOTTE, Lieutenant d'artillerie adjoint d'État-Major, 101, rue de la Consolation, à Schaerbeek lez-Bruxelles.

354 VON DER BECKE, Adolphe, 24, rue de la Pépinière, à Anvers.

355 WACHSMUTH, Frédéric, 16, avenue de la Chapelle, à Berchem (Anvers).

356 WAUTERS, J., Chimiste de la Ville, 83, rue Souveraine, à Ixelles lez-Bruxelles.

357 WEEMAES, R., professeur à l'Athénée royal d'Ixelles, 29, rue Wéry, à Ixelles lez-Bruxelles.

358 WICHMANN, Arthur, Dr Phil., Professeur à l'Université d'Utrecht (Hollande).

359 WIENER, Ernest, Lieutenant du Génie, Les Fougères, à Boitsfort.

360 WIENER, Lionel, Lieutenant d'artillerie, 73, rue de la Loi, à Bruxelles.

361 WIELEMANS-CEUPPENS, Industriel, 308, avenue Van Volxem, à Forest Bruxelles.

362 WILLEMS, J., Lieutenant-colonel du Génie, 28, rue De Locht, à Schaerbeek lez-Bruxelles.

363 * WITTOUCK, Paul, Industriel, 21, boulevard de Waterloo, à Bruxelles.

364 ZELS, Louis, Docteur en sciences géographiques, Professeur à l'École moyenne, à Menin.

365 ZONE, J., Ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées, Ingénieur principal, sous-directeur de la *Société anonyme du canal et des installations maritimes de Bruxelles*, 80, rue Froissard, à Bruxelles.

Membres Associés regnicoles.

1 AVANZO, E., Homme de lettres, 198, chaussée de Charleroi, à Bruxelles.

2 BAUTHIER, L., Géomètre architecte, à Genappe.

3 BOMMER, Ch., Conservateur au Jardin botanique de l'État, 47, rue Hobbema, à Bruxelles.

4 BRUNEEL, Frédéric, Ingénieur en chef, Directeur aux Chemins de fer de l'État, 36, rue de Brabant, à Bruxelles.

5 BUGGENOMS, L. (DE), Avocat à la Cour d'appel, 40, rue Courtois, à Liége.

6 CAMERMAN, Ch., 31, Square Guttenberg, à Bruxelles.

7 COOMANS, L., Propriétaire, 212, avenue Albert, à Uccle.

8 COSYNS, Mme Hélène, Villa Marie-Louise, avenue Emmanuel, à Haeren-Nord.

9 DAUPHIN, G., Chef de bureau au Ministère des Chemins de fer, etc., 44, rue Vonck, à Schaerbeek lez-Bruxelles.

10 DE BULLEMONT, Emm., 39, rue de l'Arbre-Bénit, à Ixelles lez-Bruxelles.

11 DE CUYPER, Ingénieur du Service technique provincial, 35, rue de Lombardie, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

12 DE LIGNE, Émile, 38, boulevard du Jardin botanique, à Bruxelles.

13 DE STORDEUR, Albert, Industriel, 141, rue Belliard, à Bruxelles.

14 DEVAIVRE, Lucien, Secrétaire du Service géologique de Belgique, 55, avenue de la Renaissance, à Bruxelles.

15 DONAUX, Constant, Industriel, 175, boulevard du Hainaut, à Bruxelles.

16 DUFIEF, Jean, 116, rue de la Limite, à Bruxelles.

17 DUFOURNY, Ingénieur en chef, Directeur des Ponts et Chaussées, 29, avenue de la Brabançonne, à Bruxelles.

18 DUJARDIN, Jean, Capitaine du Génie, 53, rue de l'Orme, à Etterbeek lez-Bruxelles.

19 FAGNART, Ad., Éditeur et publiciste, à Couvin.

20 FOURMANOIS, Auguste, Ingénieur du Service technique provincial, 13, rue Van Ostade, à Bruxelles.

21 FRAIPONT, Joseph, Ingénieur des Mines, 48, rue de Namur, à Bruxelles.

22 GILBERT, Pierre, avenue Legrand, à Bruxelles.

23 GRAFFE, Ch., 47, avenue Brugmann, à Bruxelles.

24 GRANGE, Camille, Chef de Section aux Chemins de fer de l'Etat, 17, rue de l'Esplanade, à Bruxelles.

25 GREINDL (Baron Maurice), Capitaine commandant d'artillerie, 38, avenue de la Cascade, à Bruxelles.

26 HANREZ, Georges, Ingénieur, 190, chaussée de Charleroi, à Bruxelles.

27 HOUZEAU DE LEHAIE, Jean, Industriel, à Saint-Symphorien, près Mons.

28 JACQUES, Paul, Ingénieur civil des Mines, 42, rue du Commerce, à Bruxelles.

29 KEMNA, Georges, Professeur à l'Athénée royal, rue du Saint-Esprit, à Liége.

30 LAMBIN, Ingénieur principal des Ponts et Chaussées, 181, avenue de Tervueren, à Woluwe lez-Bruxelles.

31 LARA (Alfred DE), Ingénieur civil, 57, rue de Ten-Bosch, à Bruxelles.

32 LEBRUN, Hector, Professeur à l'Université de Gand, à Bruxelles.

33 LECOINTE, G., Directeur scientifique du Service astronomique de l'Observatoire royal de Belgique, à Uccle.

34 LENOBLE, Inspecteur de l'Exploitation à la Compagnie intercommunale des Eaux de l'agglomération bruxelloise, 86, rue Verte, à Schaerbeek lez-Bruxelles.

35 LUCION, René, Docteur ès sciences, 127, avenue de l'Hippodrome, à Ixelles lez-Bruxelles.

36 MALVAUX, Alfred, Héliographe, 69, rue de Launoy, à Molenbeek-Saint-Jean lez-Bruxelles.

37 MARCHANT, Josse, 8, rue de la Filature, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

38 MENNÈS, Inspecteur de l'Hygiene au Ministère de l'Intérieur, à Bruxelles.

39 MOYAERTS, Émile, Ingénieur, 92, avenue du Roi, à Bruxelles.

40 NAVEZ, A., Chef de Section à l'Administration des Chemins de fer, rue Linnée, 48, à Bruxelles.

41 PETIT, Julien, Peintre décorateur, 15, rue de Berlin, à Ixelles lez-Bruxelles.

42 PIRSCH, Léon, Chimiste à la Compagnie intercommunale des Eaux, 48, rue du Trône, à Bruxelles.

43 RAHIR, Edmond, 116, rue de la Limite, à Bruxelles.

44 ROBERT, E., Lieutenant de réserve au 12e régiment de ligne, Licencié en sciences géographiques, avenue Van Becelaere, à Watermael.

45 SCHWERS, H., Docteur en médecine, 14, rue de Sélys, à Liége.

46 SMETS, avocat, à Genval.

47 THILLY, H., Ingénieur-conseil, Chef de Travaux à l'Université libre, 22, rue de la Meuse, à Bruxelles.

48 VAN BLAEREN, Luc, Ingénieur au Service technique de la Compagnie intercommunale des Eaux de l'agglomération bruxelloise, 22, rue Dewez, à Namur.

49 VAN DEN BOGAERDE, H., Ingénieur aux Chemins de fer de l'État belge, rue Flamande, à Bruges.

50 VAN GELDER, Eugène, Artiste peintre et Homme de lettres, 15, rue Henri-Bergé, à Schaerbeek lez-Bruxelles.

51 VAN HALEWYCK, 127, avenue Milcamps, à Schaerbeek lez-Bruxelles.

52 VANHOVE, D., Docteur en sciences minérales, 31, quai Terplaten, à Gand.

53 VAN LINT, Victor-J., Ingénieur civil, Ingénieur adjoint au Service des Eaux de la Ville de Bruxelles, 73, avenue Michel-Ange, à Bruxelles.

54 VAN MEENEN, Jules, ancien Capitaine du Génie, Sous-chef du Service technique à la Compagnie intercommunale des Eaux de l'agglomération bruxelloise, 48, rue du Trône, à Bruxelles.

55 VAN YSENDYCK, Maurice, Architecte, 109, rue Berckmans, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

56 WALIN, Ingénieur, 56, rue des Éburons, à Bruxelles.

57 WAUTHIER, Camille, au Service géologique, Palais du Cinquantenaire, à Bruxelles.

58 WEENS, Ingénieur en chef, Directeur de service des Chemins de fer de l'État belge, 18, rue d'Hastedon, à Namur.

Membres décédés depuis le 1er janvier 1910.

E. HENRICOT, E., de Court-St-Étienne.

E. KUBORN, H., de Seraing.

E. HEUSEUX, de Courcelles.

E. LAHAYE, C., de Bruxelles.

A.R. BOURGEOIS, L., de Bruxelles.

RÉCAPITULATION AU 1er JANVIER 1911.

Membre protecteur	1
Membres honoraires	38
Membres associés étrangers	20
Membres effectifs	365
Membres associés regnicoles	58
	482

ABONNÉS

AU

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(EN 1910)

---

1 Administration des BATIMENTS CIVILS. MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. 91, rue Ducale, à Bruxelles.

2 Service général des CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT. Bureau, 13, rue de Louvain, à Bruxelles.

3 INSTITUT CARTOGRAPHIQUE MILITAIRE, à La Cambre.

4 ÉCOLE DE GUERRE, à Bruxelles.

5 SERVICE D'HYGIÈNE. Directeur général du Service de Santé et d'Hygiène publique au Ministère de l'Agriculture, 5, rue de Louvain, à Bruxelles.

6 BIBLIOTHÈQUE DE L'INSPECTION GÉNÉRALE DES FORTIFICATIONS ET DU CORPS DU GÉNIE, 57, rue Froissard, à Etterbeek lez-Bruxelles.

7 RÉGIMENT DU GÉNIE, à Anvers. (Capitaine quartier-maître Brasseur, 43, rue Pierre de Coninck.)

8 GOUVERNEMENT PROVINCIAL DU LIMBOURG, à Hasselt.

9 ÉCOLE NORMALE de Bruxelles, 110, boulevard du Hainaut.

10 BIBLIOGRAPHIE DE BELGIQUE, 12, avenue de la Brabançonne, à Bruxelles.

11 OFFICE DE PUBLICITÉ, à Bruxelles (2 abonnements).

12 à 14 MM. MISCH et THRON, libraires, 126, rue Royale, à Bruxelles (3 abonnements).

15-16 M. DULAU, libraire, 37, Soho Square, à Londres (2 abonnements).

17 Bibliothèque universitaire de CLERMONT-FERRAND (Welter, libraire, à Paris).

18 M. TOPIC, libraire, 11, Ferdinandova, à Prague (Bohême).

19 M. HERMAN, libraire, 6, rue de la Sorbonne, à Paris (Ve).

20 à 23 GAMBER, libraire, 7, rue Danton, à Paris (4 abonnements).

INDEX ALPHABÉTIQUE

DES

LOCALITÉS BELGES

AU SUJET DESQUELLES LE TOME XXIV FOURNIT DES

RENSEIGNEMENTS GÉOLOGIQUES, PALÉONTOLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES

DRESSÉ PAR

L. DEVAIVRE

Bibliothécaire de la Société.

SIGNES CONVENTIONNELS :

Pr.-verb. = Procès-verbaux ; *Mém.* = Mémoires; Chiffres arabes = Pagination; **1** = Terrain primaire; **2** = T. secondaire, **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; * = Renseignements paléontologiques, listes; fig. = Figure dans le texte; pl. = Planche dans le travail.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
A	
Adeghem.	*Mém.* 235, **4**.
Angleur.	*Pr.-verb.* 216, **1***.
Angleur (*Sart-Tilman*).	*Pr.-verb.* 344-347, **1**, **2**, **3**, **4**; *Mém.* 232, **4**, pl.
Antheit.	*Mém.* 229, **5**, **6**, pl.
Antoing.	*Mém.* 220, **5**, **6**.
Anvers.	*Pr.-verb.* 16, **6**; 169-172 pl. **3***; 215, **3**, **3***, **4**; 265, **3**, **5**; *Mém.* 211-212, **5**, **6**; 216-217, **4**, **5**, **6**; 235, **4**; 239, **3**.
Arlon et environs.	*Mém.* 314-321, 330, pl. **2**, **2***.
Ath.	*Mém.* 220, 221, 222, **5**, **6**.
Aubange (*Athus*).	*Mém.* 353, 356, **2**.
Auderghem.	*Mém.* 251, **3**.
Austruweel.	*Mém.* 215, **6**.
Autelbas (*Autel*).	*Mém.* 314, pl. **2**, **2***.

SIGNES CONVENTIONNELS :

Pr.-Verb. = Procès-Verbaux; *Mém.* = Mémoires; Chiffres arabes = Pagination; **1** = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; * = Renseignements paléontologiques, listes; fig. = Figure dans le texte; pl. = Planche dans le travail.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
B	
Baelen.	*Pr.-verb.* 209-224, pl. **1**, **1***; 281-282, fig. **1**, **5**.
Basel (*Steendorp*).	*Mém.* 215, **5**, **6**.
Bassily.	*Mém.* 221, pl. **5**, **6**.
Bas-Warneton (*Galoppe*).	*Mém.* 233, pl. **4**.
Beaufays.	*Mém.* 232, pl. **4**.
Beeringen.	*Pr.-verb.* 209-224, pl. **1**, **1***; 279, fig. **1**, **5**; *Mém.* 225, pl. **6**.
Beeringen (*Klein-Heyde*).	*Pr.-verb.* 209-224, pl. **1**, **1***.
Ben-Ahin (*Gives*).	*Pr.-verb.* 216, **1***.
Bilsen.	*Mém.* 224, pl. **3**, **4**, **5**, **6**.
Bisseghem.	*Pr.-verb.* 49-54, **6**.
Blankenberghe.	*Pr.-verb.* 17, **6**.
Boncelles.	*Pr.-verb.* 351-352, **1**, **2**, **3***, **4**; *Mém.* 232, **4**.
Bourg-Léopold.	*Mém.* 225, pl. **5**, **6**.
Braine l'Alleud.	*Mém.* 167, fig. 172, **6**, p. a.
Bruges.	*Pr.-verb.* 16, 17, **6**.
Bruly.	*Pr.-verb.* 328-333, fig. **1***.
C	
Chassepierre.	*Mém.* 387, **2**.
Contich.	*Pr.-verb.* 111-112, **3***; *Mém.* 210, 213, 215, pl. **5**, **6**.
Coursel.	*Pr.-verb.* 209-224, pl. **1**, **1***; 279, fig. **1**, **5**.
Courtrai.	*Pr.-verb.* 16, 40, 49-54, **6**.
D	
Diest.	*Pr.-verb.* 28, **6**; *mém.* 224, pl. 225, **5**, **6**; 239, pl. **3**.
Dixmude.	*Mém.* 209, pl. **5**, **6**.

SIGNES CONVENTIONNELS :

Pr.-verb. = Procès-verbaux; *Mém.* = Mémoires; Chiffres arabes = Pagination; **1** = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a = Puits artésien; * = Renseignements paléontologiques, listes; fig. = Figure dans le texte; pl. = Planche dans le travail.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
E	
Eecloo.	*Mém.* 210, pl. **5**, **6**; 214 pl. **4**, **5**, **6**; 219, pl. **6**.
Elverseele.	*Mém.* 215, pl. **5**, **6**.
Enghien.	*Mém.* 221, pl. **5**, **6**.
Ertvelde.	*Mém.* 214, pl. **4**, **5**, **6**.
Etalle.	*Mém.* 330, pl. **2**.
Etterbeek.	*Mém.* 249-250, **3**, **4**.
F	
Flémalle (*Mons*).	*Mém.* pl. 231, **4**.
Florenville.	*Mém.* pl. 331, **2**.
Furfooz.	*Pr.-verb.* 253, **4***.
G	
Gand.	*Pr.-verb.* 16, 28, **6**; *Mém.* 213, 214, 215, 216, 219, pl. **5**, **6**; 235 pl. **4**, **4***.
Genck.	*Mém.* 225, 231, pl. **4**, **5**, **6**; 237-238 pl. **1**, **2**, **4**.
Genck (*Gelieren*).	*Mém.* 237-238, pl. **1**, **2**, **4**.
Gembloux.	*Mém.* 224, pl. **5**, **6**; 293, **1***.
Gestel.	*Pr.-verb.* 28, **6**.
Gheel.	*Pr.-verb.* 209-224, pl. **1**, **1***; 281-282, fig. **1**, **5**; *Mém.* 134-135, pl. **6**, p. a.
Gheluvelt.	*Mém.* 209, pl. **5**, **6**.
Glons.	*Mém.* 226, pl. **5**, **6**.
Grammont.	*Mém.* 220-221, pl. **5**, **6**; 222 pl. **4**, **6**.
H	
Haesdonck.	*Pr.-verb.* 229-232, fig. **3**, **3***, **4**.
Harmignies.	*Pr.-verb.* 162-168, fig. **2***.

SIGNES CONVENTIONNELS :

Pr.-verb. = Procès-verbaux; *Mém.* = Mémoires; Chiffres arabes = Pagination; **1** = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; * = Renseignements paléontologiques listes; fig. = Figure dans le texte; pl. = Planche dans le travail.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
Hasselt.	*Pr.-verb.* 16, **6**.
Heinsch (*Stockem*).	*Mém.* 317, pl. **2**.
Hemixem.	*Mem.* 210, 213, 215, pl. **5**, **6**.
Heppen.	*Pr.-verb.* 279, fig. **1**, **5**.
Hersselt.	*Mém.* 210, pl. **5**, **6**.
Hersselt (*Venusberg*).	*Mém.* 225, pl. **6**.
Heusden (*lez-Beeringen*).	*Pr.-verb.* 279, fig. **1**, **5**.
Heyst-op-den-Berg.	*Mém.* 210, pl. **5**, **6**.
Hoboken.	*Pr.-verb.* 322, **4***; *Mém.* 210, pl. **5**, **6**.
Hollebeke.	*Mém.* 209, pl. **5**, **6**.
Hollogne-aux-Pierres.	*Mém.* 231, pl. **4**.
Hove (*lez-Contich*).	*Mém.* 210, 215, pl. **5**, **6**.
Huccorgne.	*Mém.* 229, pl. **5**, **6**.
Huy.	*Mém.* 229, pl. **5**, **6**.
I	
Ittegem (*Hellebrug*).	*Pr.-verb.* 28, **6**.
Ittre (*Hasquimpont*).	*Mém.* 293, **1***.
Ixelles.	*Mém.* 250, **3**.
L	
Lessines.	*Mém.* 221, pl. **5**, **6**.
Leuze.	*Mém.* 220, 221, pl. **5**, **6**.
Liége.	*Mém.* 228, pl. **6**.
Liége (*Bois d'Avroy*).	*Pr.-verb.* 216, **1***.
Lierre.	*Mém.* 210, 211, pl. **4***, **5**, **6**; 215, pl. **6**.
Lokeren.	*Mém.* 210, pl. **5**, **6**.
Lommel.	*Pr.-verb.* 15, **6**.
Looz (*Sittard*).	*Mém.* 233, pl. **4**.
Lummen.	*Mém.* 225, pl. **6**; 239 pl. **3**.
Luttre.	*Mém.* 223, pl. **5**, **6**.

SIGNES CONVENTIONNELS :

Pr.-verb. = Procès-verbaux; *Mém.* = Mémoires; Chiffres arabes = Pagination; **1** = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; * = Renseignements paléontologiques, listes; fig. = Figure dans le texte; pl. = Planche dans le travail.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
M	
Macquenoise.	*Pr.-verb.* 176-180, pl.; 328-333 **1***; *Mém.* 383, pl. **1**.
Maeseyck.	*Mém.* 225, pl. **5**, **6**.
Malines.	*Pr.-verb.* 16, **6**; *Mém.* 152, **6**; 213 pl. **5**, **6**; 235 pl. **4**.
Marbais (*Rigenée*).	*Mém.* 293, **1***.
Meerhout.	*Pr.-verb.* 209-224 pl. **1**, **1***; 280, 282, fig. **1**, **5**.
Meerle (*Strybeek*).	*Mém.* 211-212 pl. **4***, **5**, **6**; 236, pl. **4**.
Meldert.	*Mém.* 225, pl. **6**.
Mendonck.	*Mém.* 214, pl. **4**, **5**, **6**; 235 pl. **4**.
Mesvin.	*Pr.-verb.* 258-261, **4***.
Modave.	*Mém.* 184, **6**.
Moerbeke.	*Mém.* 215, pl. **6**.
Moll.	*Pr.-verb.* 12, 15, 19, 24, 25, 32, 41-48, fig. 56, **6**, p. a.; *Mém.* 105-153 pl.; 161-189, fig. **6**, p. a.
Montaigu.	*Mém.* 162, **6**, p. a.
Mormont.	*Pr.-verb.* 113-115, fig. **4***.
Muno.	*Mém.* 372-387, pl. **1**, **2**, **2***, **5**.
N	
Namur.	*Pr.-verb.* 28, **6**; *Mém.* 228-229, **5**, **6**.
Neeroeteren.	*Mém.* 225, pl. **5**, **6**; 325-327, 329, 330; *Mém.* **2**.
Ninove.	*Mém.* 222, pl. **5**, **6**.
Norderwyck.	*Pr.-verb.* 209-224, pl. **1**, **1***; 280, 281, 282, fig. **1**, **5**.
O	
Oedelem.	*Mém.* 235, pl. **4**.
Oelegem.	*Pr.-verb.* 226-228, fig. **3**, **3***, **4**.
Oisquercq.	*Mém.* 290, **1**.

SIGNES CONVENTIONNELS :

Pr.-Verb. = Procès-Verbaux; *Mém.* = Mémoires; Chiffres arabes = Pagination; **1** = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; * = Renseignements paléontologiques, liste; fig. = Figure dans le texte; pl. = Planche dans le travail.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
Oolen.	*Pr -verb.* 209-224, pl. **1**, **1***; 280, fig. **1**, **5**.
Ostende.	*Pr -verb.* 16, 17, **6**.
P	
Pael.	*Pr.-verb.* 209-224, pl. **1**, **1***; 279, fig. **1**, **5**.
Paschendaele.	*Mém.* 209. pl. **5**, **6**.
Pecq.	*Mém.* 218, pl. **4**, **6**.
Pesches.	*Pr.-verb.* 340-342, **6**.
Plancenoit.	*Mém* 166, fig. 172, **6**, p. a.
Pulderbosch (*Kleine-Heide*).	*Pr.-verb.* 279. fig. **1**, **5**.
Putte.	*Mém.* 210, pl. **5**, **6**.
Q	
Quenast.	*Mém.* 291-296, **1**, **3**.
R	
Ranst.	*Mém.* 211, 212, pl. **4***, **5**, **6**
Rebecq.	*Mém.* 294, **1**.
Rebecq (*Rognon*).	*Mém.* 294, **1**.
Reeth.	*Mém.* 210, 213, 215, pl. **5**, **6**.
Reeth (*Langen-Eiken*).	*Pr.-verb.* 279, fig. **1**, **5**.
Renaix.	*Pr.-verb.* 233-235, **1**. **1***, **6**, p. a.; *Mém.* 220, 221, 222 pl **5**, **6**.
Rixensart.	*Pr.-verb.* 39, **6**, p a.
Rocour.	*Pr.-verb* 56-57, **6**.
Ronquières.	*Mém.* 222, pl. **3**, **5**, **6**.
Rossignol.	*Mém.* 336-337, pl. **2**, **2***.
Rumpst.	*Pr.-verb* 71-73; 111-112, **3***.
Rupelmonde.	*Mém.* 210, 213; 215, 216, pl. **5**, **6**.
Ryckevorsel.	*Pr.-verb.* 13, 15, **6**, p a.

SIGNES CONVENTIONNELS :

Pr.-verb. = Procès-verbaux; *Mém.* = Mémoires; Chiffres arabes = Pagination; **1** = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; * = Renseignements paléontologiques, listes; fig. = Figure dans le texte; pl. = Planche dans le travail.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
S	
Saffelaere.	*Mém.* 235, pl. **4**.
Saint-Nicolas.	*Mém.* 210, pl. **5**, **6**.
Saintes (*Stéhoux*).	*Mém.* 290, **1**.
Santhoven.	*Pr.-verb.* 209-224, pl. **1**, **1***.
Sart-Bernard.	*Pr.-verb.* 333, **1**.
Schilde.	*Pr.-verb.* 226, **3**, **4**.
Seraing.	*Pr.-verb.* 216, **1***.
S'Gravenwezel.	*Pr.-verb.* 228-229, fig. **3**, **4**.
Sluse.	*Mém.* 226, pl. **5**, **6**.
Soignies.	*Mém.* 221, pl **5**, **6**.
Spiennes.	*Pr.-verb.* 257-261, **4***.
Staden.	*Mém.* 209, pl. **5**, **6**.
Stavelot (*Challes*).	*Mém.* 374, **1**, **2**.
Stekene.	*Mém.* 214, pl. **4**, **5**, **6**.
T	
Tamise (*Landmolen*).	*Pr.verb.* 232, **3**, **4**.
Tamise (*Lauwershoek*).	*Pr.-verb.* 232, **3**, **4**.
Termonde.	*Mém.* 213, 215, 216, pl. **5**, **6**.
Ternath.	*Mém.* 222, pl. **4**, **6**.
Tervueren.	*Mém.* 282-283, fig. **3**, **4**.
Tervueren (*Quatre-Bras*).	*Mém.* 279-280, **3**, **4**.
Tessenderloo.	*Pr.-verb.* 209-224, pl. **1**, **1***; 279, 280, fig. **1**, **5**; *Mém.* 210, pl. **5**, **6**; 239, pl. **3**.
Thielrode.	*Mém.* 215, 216, pl. **5**, **6**.
Thuin.	*Mém.* 230, pl. **5**, **6**.
Toernich.	*Mém.* 317, pl **2**.
Tongerloo.	*Pr.-verb.* 209-224, pl. **1**, **1***; 280, 281, 282, **1**, **5**.
Tongres.	*Mém.* 224, pl. **6**; 226, pl. **5**, **6**.
Tournai.	*Mém.* 221, pl. **5**, **6**.

SIGNES CONVENTIONNELS :

Pr.-verb. = Procès-verbaux; *Mém.* = Mémoires; Chiffres arabes = Pagination; **1** = Terrain primaire; **2** = T. secondaire; **3** = T. tertiaire; **4** = T. quaternaire et moderne; **5** = Phénomènes géologiques; **6** = Hydrologie; p. a. = Puits artésien; * = Renseignements paléontologiques, listes; fig. = Figure dans le texte; pl. = Planche dans le travail.

NOMS DES LOCALITÉS.	PAGINATION ET NATURE DES RENSEIGNEMENTS FOURNIS PAR LE TEXTE.
Tubize.	*Mém.* 222, 223, pl. **3**, **5**, **6**.
Tubize (*Rippain*).	*Mém.* 290, **1**.
Turnhout.	*Pr.-verb.* 12, 13, 6; *Mém.* 170, **4**, **6**, p. a.
U	
Ursel.	*Mém.* 235, pl. **4**.
V	
Veerle.	*Mém.* 210, pl. **5**, **6**.
Villers-sur-Semois (*Orsainfang*).	*Mém.* 347, pl. **2**.
Vilvorde.	*Mém.* 222, pl. **3**, **5**, **6**.
Vlimmeren.	*Pr.-verb.* 209-224, pl. **1**, **1***.
Voroux-Goreux.	*Pr.-verb.* 199-200, 202-203, **1**, **1***, **2**, **4**.
W	
Wachtebeke.	*Mém.* 235, pl. **4**.
Waenrode.	*Mém.* 240, pl. **3**.
Waerloos.	*Mém.* 210, pl. **5**, **6**.
Waterloo.	*Mém.* 167-168; fig. 172, **6**, p. a.
Watervliet.	*Mém.* 218, pl. **4**, **6**.
Wavre.	*Mém.* 223, pl. **5**, **6**.
Wavre-Notre-Dame.	*Mém.* 210, pl. **5**, **6**.
Westerloo.	*Pr.-verb.* 28, **6**; 209-224, pl. **1**, **1***; 280, 281, fig. **1**, **5**.
Westmeerbeek.	*Pr.-verb.* 28, **6**.
Woluwé-Saint-Pierre (*Stockel*).	*Mém.* 278-279; 283-288, **3**, **4**.
Wortel.	*Mém.* 211-212, pl. **4***, **5**, **6**; 236, pl. **4***.
Wytschaete.	Mém. 209, pl. **5**, **6**.
Y	
Ypres.	*Mém.* 209, pl. **5**, **6**.
Z	
Zeelhem.	*Mém.* 239, pl. **3**.

TABLE DES MATIÈRES

DES

COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

DISPOSÉES SYSTÉMATIQUEMENT
ET PAR ORDRE DE CHRONOLOGIE GÉOLOGIQUE

PAR

le baron L. GREINDL
Secrétaire général de la Société.

Dans chaque rubrique, l'ordre suivi correspond aux subdivisions de l'Index des Tables détaillées des tomes I à XX.

Les titres en *italique* indiquent des Comptes rendus.

II — Géologie générale.

	Pr.-Verb. Pages.	Mém Pages.
X. Stainier. Du rôle des variations de température dans la dynamique externe du Globe	290	
Émile Haug. *Traité de géologie. — Les périodes géologiques* (fascicule 3 du tome II)	354	
X. Stainier. Note sur la formation des couches de charbon	73	
A. Salée. Sur le mode d'écrasement de polypiers du marbre noir de Denée	133	
Charles Fraipont. Les silex crétacés des Hautes-Fagnes sont des dépôts de l'Éluvium	342	
J. Brunhes, E. Chaix et E. de Martonne. *Atlas photographique des formes du relief terrestre* (fascicule spécimen)	356	
Comte F. de Montessus de Ballore. *La sismologie moderne.* (*Les tremblements de terre.*)	353	
A. Bankar-Urban. Quatrième note sur les mouvements et ruptures spontanés des roches (bendons, autoclases, bergschläge, etc.)	171	

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
H. de Dorlodot. A propos de la présence de restes de Mammifères terrestres dans l'argile de Boom	111	
H. de Dorlodot. Sur les conditions de dépôt des marbres noirs dimantiens et des sapropélites marines en général	146	
Hans Pohlig. Une ancienne embouchure de la Meuse près de Bonn (2e partie)	348	
Dr C. Van de Wiele. L'évolution du Système fluvial de la Moyenne et de la Basse-Belgique. (Carte)		**191**
A. Jerome et L. Greindl. Notes sur le modelé et le réseau hydrographique du Bas-Luxembourg		**339**

III. — Paléontologie générale et descriptive.

A. Salee. Sur un polypier du Waulsortien de Sosoye	115	
H. de Dorlodot. Véritable nature des prétendus Stromatoporoïdes du Waulsortien	115	
E. Maillieux. Note sur l'hypostome de l'*Homalonatus rhenanus* Koch	113	
M. Leriche. Un Pycnodontoïde aberrant du Sénonien du Hainaut. Le genre *Acrotemnus* L. Agassiz. *Acrotemnus splendens* de Koninck. (Planche A.)	162	
G. Hasse. Une défense de Morse dans le Pliocène, à Anvers	169	
Profr Hans Pohlig. Bovidés fossiles de l'Italie	311	

IV. - Géologie et paléontologie régionales.

Compte rendu de la Session extraordinaire de la Société belge de Géologie, tenue à Bruxelles du 24 au 27 septembre 1910		**247**
A. Jérome, P. Fourmarier et V. Dondeilinger. Compte rendu de la Session extraordinaire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie et de la Société géologique de Belgique tenue à Arlon et à Florenville, du 16 au 20 septembre 1911		**312**
J. Cornet. Contribution à la géologie du bassin du Congo. — III. Sur quelques échantillons de roches récoltés dans le Bas-Congo par Robert Thys	203	
L. De Launay. *La géologie et les richesses minières de l'Asie*	266	
F. Halet. Observations nouvelles concernant la coupe du puits de Voroux-Goreux	199	
C. Malaise. Note complémentaire aux observations de M. Halet concernant la coupe du puits de Voroux-Goreux	202	
F. Halet. Le puits artésien de l'Usine Thomaes, à Renaix (*suite*)	233	
Maurice Leriche. Note préliminaire sur la Faune des schistes de Mondrepuis. — La limite entre le Silurien et le Dévonien dans l'Ardenne	327	

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages.
E. Maillieux. Apparition de deux formes siegeniennes dans les schistes de Mondrepuits. (Planche B.)	174	
X. Stainier. Structure du Bassin houiller de la province d'Anvers. (Pl. C à F.)	209	
P. Fourmarier. Note au sujet de la structure du bassin houiller de la province d'Anvers	275	
M. Leriche. Un pycnodontoïde aberrant du Sénonien du Hainaut Le genre *Acrotemnus* L. Agassiz. *Acrotemnus splendens* de Koninck. (Planche A.)	162	
Maurice Leriche. Deuxième note sur les fossiles de la craie phosphatée de la Picardie. (Planche I.)		**297**
G. Hasse. Un Rhinocéros dans l'argile oligocène de Boom. (*Note préliminaire.*)	71	
G. Hasse. Les sables noirs dits Miocènes boldériens. Troisième note sur Anvers, Schilde, Oeleghem, s'Gravenwezel, Lauwershoek, Landmolen, Haesdonck	225	
G. Hasse. Une défense de Morse dans le Pliocène, à Anvers	169	
A. Rutot. Essai de raccordement des couches tertiaires de la Campine à celles des Pays-Bas. (*Résumé succinct.*)	264	
A. Rutot. Conférence du Paléolithique de Tübingen	247	
Profr Dr H. von Buttel Reepen. *Aus dem Werdegang der Menschheit. Urmensch vor und wärhend der Eiszeit in Europa*	179	

V. — Géologie appliquée.

F. Halet. Analyse du rôle de l'agrogéologie, d'après le travail présenté au Congrès agrogéologique de Stockholm par M. Treitz, géologue en chef du Gouvernement hongrois	92	
F. Halet. Compte rendu sommaire de la XIe session du Congrès géologique international tenu à Stockholm en août 1910	193	
J. Delecourt fils. De l'existence de l'eau pelliculaire	56	
J. Delecourt fils. Forme des trajectoires suivies par l'eau dans la partie de couche aquifère influencée par un puits ordinaire	57	
R. d'Andrimont. Réponse aux notes de M. Delecourt	70	
J. Delecourt. Forme des trajectoires suivies par l'eau dans la partie de couche aquifère influencée par un puits ordinaire	108	
R. d'Andrimont. Note au sujet du mémoire de M. Richert sur les eaux souterraines de la Suède	144	
R. d'Andrimont. Deuxième réponse aux notes de M. Delecourt	145	
J. Delecourt fils. Réponse à la dernière note de M. d'Andrimont	161	
Jules Delecourt fils. Détermination de la présence des eaux artésiennes au cours d'un forage	333	
A. Deblon. Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine. De la valeur des eaux de la Campine	7	

	Pr.-Verb. Pages.	Mém. Pages
R. d'Andrimont. Réponse au troisième mémoire de MM. Putzeys et Rutot sur l'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine	141	
Stanislas Meunier. A propos du problème de l'eau de MM. Albert et Alexandre Mary	202	
Albert et Alexandre Mary. Réponse à M. le Profr Stanislas Meunier	245	
Stanislas Meunier. Un dernier mot à MM. Albert et Alexandre Mary	326	
Albert et Alexandre Mary. Le problème de l'eau dans le Nord-Ouest du bassin de Paris		**3**
F. et E. Putzeys et A. Rutot, Contribution nouvelle à l'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine		**105**
A. Deblon. Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine. — De la valeur des eaux de la Campine. (Deuxième note)		**155**
M. Pirsch. Note relative à l'emploi des appareils hydrotimétriques actuellement en usage	62	
Dr A. Poskin. Note sur la caractéristique d'une eau minérale ferrugineuse gazeuse naturelle	283	
F. Sommerfeldt. Sur un nouveau comparateur optique	181	

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

DU TOME XXV (1911)

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES.

Séance mensuelle du 17 janvier 1911.

Pages.

Allocution du Président 1

Décès. 2

Distinctions honorifiques 2

Approbation du procès-verbal de la séance de décembre 1910 3

Correspondance. 3

Dons et envois reçus 4

Présentations et élections de nouveaux membres 6

A. Deblon. Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine De la valeur des eaux de la Campine 7

Discussion :

J. Delecourt fils. De l'existence de l'eau pelliculaire 56

J. Delecourt fils. Forme des trajectoires suivies par l'eau dans la partie de couche aquifère influencée par un puits ordinaire. 57

M. Pirsch. Note relative à l'emploi des appareils hydrotimétriques actuellement en usage 62

Séance mensuelle du 21 février 1911.

Approbation du procès-verbal de la séance de janvier 65

Correspondance. 65

Dons et envois reçus 66

Présentation et élection de nouveaux membres effectifs 69

Communication du Bureau 69

Pages.

E. et F. Putzeys et A. Rutot. Contribution nouvelle à l'étude de l'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du Bassin houiller de la Campine. (Inséré aux *Mémoires*.) 70

R. d'Andrimont. Réponse aux notes de M. Delecourt 70

G. Hasse. Un Rhinocéros dans l'argile oligocène de Boom. (*Note préliminaire.*) 71

X. Stainier. Note sur la formation des couches de charbon 73

F. Halet. Analyse du rôle de l'agrogéologie, d'après le travail présenté au Congrès agrogéologique de Stockholm par M. Treitz, géologue en chef du Gouvernement hongrois 92

Séance mensuelle du 21 mars 1911.

Décès de M. Gregoriù Stefanescu. 103

Approbation du procès-verbal de la séance de février 1911 103

Correspondance. 103

Dons et envois reçus 106

Présentation et élection de nouveaux membres 107

J. Delecourt. Forme des trajectoires suivies par l'eau dans la partie de couche aquifère influencée par un puits ordinaire 108

H. de Dorlodot. A propos de la présence de restes de Mammifères terrestres dans l'argile de Boom 111

E. Maillieux. Note sur l'hypostome de l'*Homalonotus rhenanus* Koch. . . . 113

Albert et Alexandre Mary. Le problème de l'eau dans le Nord-Ouest du bassin de Paris. (Inséré aux *Mémoires.*) 115

A. Salée. Sur un polypier du Waulsortien de Sosoye 115

H. de Dorlodot. Véritable nature des prétendus Stromatoporoïdes du Waulsortien 115

A. Salée. Sur le mode d'écrasement de polypiers du marbre noir de Denée. . 133

Séance mensuelle du 20 avril 1910.

Décès de M. Édouard Dupont. 137

Approbation du procès-verbal de la séance de mars 138

Correspondance. 139

Présentation et élection de nouveaux membres effectifs 139

A. Deblon. De la valeur des eaux de la Campine. (Deuxième communication.) 141

R. d'Andrimont. Réponse au troisième mémoire de MM. Putzeys et Rutot sur l'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine 141

Pages

R. d'Andrimont. Note au sujet du mémoire de M. Richert sur les eaux souterraines de la Suède 144

R. d'Andrimont. Deuxième réponse aux notes de M. Delecourt 145

H. de Dorlodot. Sur les conditions de dépôt des marbres noirs dinantiens et des sapropélites marines en général 146

Séance mensuelle du 23 mai 1911.

Décès de M. Zels 157

Approbation du procès-verbal de la séance d'avril. 157

Correspondance. 157

Dons et envois reçus 158

Élection d'un nouveau membre effectif. 160

Lettres de MM. **G. Loppens et A. Kemna** à propos de la traduction du terme *to discolour* 160

J Delecourt-Wincqz. Réponse à la dernière note de M. d'Andrimont . . . 161

M. Leriche. Un Pycnodontoïde aberrant du Sénonien du Hainaut. Le genre *Acrotemnus* L. Agassiz. *Acrotemnus splendens* de Koninck. (Planche A.) . . 162

G. Hasse. Une défense de Morse dans le Pliocène, à Anvers 169

A. Hankar-Urban. Quatrième note sur les mouvements et ruptures spontanés des roches (bendons, autoclases, bergschläge, etc.). 171

E. Maillieux. Apparition de deux formes siegeniennes dans les schistes de Mondrepuits. (Planche B.) 174

Compte rendu bibliographique.

Prof^r Dr H. von Buttel-Reepen. Aus dem Werdegang der Menschheit. Der Urmensch vor und während der Eiszeit in Europa 179

Notice descriptive.

E. Sommerfeldt. Sur un nouveau comparateur optique 181

Séance mensuelle du 20 juin 1911.

Distinctions honorifiques 187

Approbation du procès-verbal de la séance de mai 188

Errata. 188

Correspondance. 188

Dons et envois reçus 189

Pages.

C. Van de Wiele. Étude sur l'évolution des rivières de la basse et de la moyenne Belgique. (Inséré aux *Mémoires*.) 193

F. Halet. Compte rendu sommaire de la XIe session du Congrès géologique international tenu à Stockholm en août 1910 193

F. Halet. Observations nouvelles concernant la coupe du puits de Voroux-Goreux. 199

Séance mensuelle du 18 juillet 1911.

Décès de M. Spring 201

Distinctions honorifiques 201

Approbation du procès-verbal de la séance de juin 201

Correspondance. 201

Stanislas Meunier. A propos du problème de l'eau de MM. Albert et Alexandre Mary 202

C. Malaise. Note complémentaire aux observations de M. Halet concernant la coupe du puits de Voroux-Goreux 202

J. Cornet. Contribution à la géologie du bassin du Congo. — III. Sur quelques échantillons de roches récoltés dans le Bas-Congo par M. Robert Thys 203

X. Stainier. Structure du Bassin houiller de la province d'Anvers. (Pl. C à F.) 209

G. Hasse. Les sables noirs dits Miocènes boldériens. — Troisième note sur Anvers, Schilde, Oeleghem, 's Gravenwezel, Lauwershoek, Landmolen, Haesdonck. 225

F. Halet. Le puits artésien de l'Usine Thomaes, à Renaix (*suite*). 233

Programme de la session extraordinaire dans le Bas-Luxembourg. 236

Séance mensuelle du 17 octobre 1911.

Décès du Dr Florentino Ameghino 237

Distinctions honorifiques 237

Prix de Selys Longchamps 237

Adoption du procès-verbal de la séance de juillet. 238

Correspondance. 238

Dons et envois reçus 243

Présentation et élection de nouveaux membres 245

Albert et Alexandre Mary. Réponse à M. le Profr Stanislas Meunier . . . 245

Pages.

A. Rutot. Conférence du Paléolithique de Tübingen 247

A. Rutot. Essai de raccordement des couches tertiaires de la Campine à celles des Pays-Bas. (*Résumé succinct.*). 264

Discussion 265

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE.

L. De Launay. La géologie et les richesses minières de l'Asie 266

Séance mensuelle du 21 novembre 1911.

Décès du Prof^r Georgio Spezia 269

Adoption du procès-verbal de la séance d'octobre. 269

Correspondance. 269

Géologie du Bassin de Paris, par M. **Paul Lemoine.** (*Communiqué.*) . . . 272

Dons et envois reçus 273

Élection d'un nouveau membre associé régnicole. 275

P. Fourmarier. Note au sujet de la structure du bassin houiller de la province d'Anvers 275

Dr A. Poskin. Note sur la caractéristique d'une eau minérale ferrugineuse gazeuse naturelle 283

X. Stainier. Du rôle des variations de température dans la dynamique externe du Globe 290

Prof^r Hans Pohlig. Bovidés fossiles de l'Italie 311

Séance mensuelle du 19 décembre 1911.

Distinctions honorifiques 323

Correspondance. 323

Dons et envois reçus 323

Élection d'un nouveau membre effectif 326

Stanislas Meunier. Un dernier mot à MM. Albert et Alexandre Mary . . . 326

Maurice Leriche. Note préliminaire sur la Faune des schistes de Mondrepuis. — La limite entre le Silurien et le Dévonien dans l'Ardenne 327

Discussion. 332

Maurice Leriche. La faune de la craie phosphatée de la Picardie. (Inséré aux *Mémoires.*) 333

Jules Delecourt fils. Détermination de la présence des eaux artésiennes au cours d'un forage 333

Charles Fraipont. Les silex crétacés des Hautes-Fagnes sont des dépôts de l'Éluvium 342

Pages.

Hans Pohlig. Une ancienne embouchure de la Meuse près de Bonn (2e partie). 348

Discussion 351

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE.

Comte F. de Montessus de Ballore. La sismologie moderne. (*Les tremblements de terre.*) 353

Émile Haug. Traité de géologie. — Les périodes géologiques (fascicule 3 du tome II) 354

J. Brunhes, E. Chaix et E. de Martonne. Atlas photographique des formes du relief terrestre (fascicule spécimen). 356

Assemblée générale annuelle de clôture de l'exercice 1911.

Discours du Président 367

Exposé de la situation financière. 371

Budget pour 1911 372

Élections 373

MÉMOIRES.

Albert et Alexandre Mary. Le problème de l'eau dans le Nord-Ouest du bassin de Paris 3

F. et E. Putzeys et A. Rutot. Contribution nouvelle à l'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine 105

A. Deblon. Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine. — De la valeur des eaux de la Campine. (Deuxième note.) 155

Dr C. Van de Wiele. L'évolution du Système fluvial de la Moyenne et de la Basse-Belgique. (Carte.) 191

Compte rendu de la Session extraordinaire de la Société belge de Géologie, tenue à Bruxelles du 24 au 27 septembre 1910 247

Maurice Leriche. Deuxième note sur les fossiles de la craie phosphatée de la Picardie. (Planche I.) 297

A. Jérome, P. Fourmarier et V. Bondeilnger. Compte rendu de la Session extraordinaire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie et de la Société géologique de Belgique tenue à Arlon et à Florenville, du 16 au 20 septembre 1911. (Planches II à IV.). 312

L. Greindl et A. Jérome. Notes sur le modelé et le réseau hydrographique du Bas-Luxembourg. (Planche V.) 339

INDEX ET TABLES

Pages.

Liste générale des membres pour 1911 I

Index alphabétique des **localités belges** au sujet desquelles le présent volume fournit des renseignements géologiques, paléontologiques et hydrologiques . XXV

Table des matières des **communications scientifiques**, disposées systématiquement et par ordre de **chronologie géologique** XXXI

Table générale des matières du tome XXV (1911) XXXV

LISTE DES PUBLICATIONS

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

Les demandes d'achat doivent être adressées au Secrétariat général, 19, rue Tasson-Snel, à Bruxelles.

1° Bulletin de la Société belge de Géologie. (*Mémoires* et *Procès-verbaux* réunis.)

Première série : Tomes II (1888) à X (1896), représentant ensemble 3 460 pages de *Mémoires,* accompagnés de 112 planches ; 3 131 pages de *Procès-verbaux* des séances et 744 pages de *Traductions et Reproductions, Tables,* etc. ; soit ensemble 7 335 pages.

Deuxième série : Tomes XI (1897) à XX (1906), représentant ensemble 3 606 pages de *Mémoires,* accompagnés de 92 planches ; 4 437 pages de *Procès-verbaux* des séances et 1 163 pages de *Traductions et Reproductions, Tables,* etc. ; soit ensemble 9 206 pages.

Troisième série : Tomes XXII à celui de l'année précédant l'exercice en cours.

Prix de vente : **20 francs** le volume ; prix pour les membres : **10 francs.**

Nota. Les tomes I et XXI sont épuisés ; le tome XI ne peut plus être délivré qu'avec sa série complète.

2° Procès-verbaux des séances (tirés séparément à un chiffre très limité). Tomes I à celui de l'année précédant l'exercice en cours.

Prix de vente et d'abonnement : **10 francs** le volume ; prix pour les membres : **5 francs.**

Nota. Les tomes XII et XIII ne peuvent plus être délivrés hors de leur série ; le tome XIV est épuisé, mais sera remplacé pour les acheteurs de la deuxième série complète par le tome correspondant du *Bulletin* sans frais supplémentaires.

3° **Nouveaux mémoires.** (Série nouvelle in-4°, publiée supplémentairement au *Bulletin.*)

Mémoire n° 1, 1903 Ch. Bommer, *Les causes d'erreurs dans l'étude des empreintes végétales.* (31 pages, avec 10 planches, dont 8 coloriées.) Prix : **5 francs.**

Mémoire n° 2, 1908. W. Prinz, *Les cristallisations des grottes de Belgique.* (90 pages, avec 143 figures dans le texte.) Prix : **fr. 7.50.**

Mémoire n° 3, 1910. A. Salée, *Contribution à l'étude des polypiers du Calcaire carbonifère de la Belgique. Le genre « Caninia ».* (56 pages avec 9 planches en phototypie.) Prix : **10 francs.**

4° **Tables bibliographiques détaillées des tomes I à XX du « Bulletin »**, comprenant une table idéologique, une table des articles par noms d'auteurs et un répertoire général des communes belges mentionnées dans les travaux, indiquant le genre de renseignement géologique ou hydrologique qui est traité à leur sujet.

Ces tables, imprimées sur un seul côté, peuvent aisément être placées sur fiches ou complétées sur la page laissée libre.

Dans le but d'être utile à ses membres, la Société met cet ouvrage en vente au prix de revient, soit **2 francs.**

5° **Procès-verbaux des séances de la Section permanente d'études du grisou**, de la Société belge de Géologie.

Tome I de la série spéciale (année 1898). Un volume de 171 pages de Procès-verbaux, accompagné de deux *Mémoires* (de MM. Harzé et van den Broeck) formant ensemble 56 pages. — Prix : **4 francs.**

Fascicules II a VII. (Procès-verbaux de séances spéciales de la Section.) Prix : **25 centimes** par fascicule; l'ensemble des fascicules II à VII : **1 franc.**

6° **La pluie en Belgique,** par A. Lancaster, Directeur du Service météorologique de l'Observatoire royal d'Uccle. — Un volume de 224 pages grand in-8°, avec une planche, et accompagné de la **Carte pluviométrique de la Belgique** à l'échelle du 400 000e.

(Données statistiques fournies par 282 stations. Observations faites depuis le siècle dernier jusqu'au 31 décembre 1892.)

Prix de l'ouvrage complet : **8 francs.** — Pour les membres : **4 francs.**

Prix du volume : **4 francs.** — Prix de la carte en couleurs : **4 francs**; de la carte en bistre : **1 franc.** — **Réduction** de 40 °/o en librairie.

Pour les membres. Prix du volume : **2 francs**; de la carte en couleurs : **2 francs**; de la carte en bistre : **30 centimes.**

Les bibliothèques publiques, les établissements d'instruction et les correspondants de l'Observatoire jouissent, par autorisation spéciale de l'auteur, de la même réduction que les membres.

7° **Carte générale de la partie méridionale de la mer du Nord**, dressée d'après les sondages les plus récents, par C.-J. Van Mierlo, ingénieur hydrographe de l'État belge, assisté par M. Ém. Spysschaert, second de l'Hydrographie.

Document publié en 1897 par la *Société belge de Géologie*. Édité et en vente chez *H. Lamertin*, libraire-éditeur, rue Coudenberg, à Bruxelles.
Prix de vente : **4 francs.** — Pour les membres de la Société : **2 francs.**

8° **Carte lithologique des fonds de la mer du Nord avoisinant la côte belge**, par C.-J. Van Mierlo, assisté par M. Ém. Spysschaert.

Fascicule de 47 pages de texte et tableaux, accompagnant la carte.
Prix de vente : **2 francs.** — Pour les membres de la Société : **1 franc.**

9° **Procès-verbaux des séances spéciales consacrées à l'étude des sables boulants.**

Cinq fascicules, exposant les travaux de la Section en 1901 et 1902, ont paru. Il n'a été tiré que *quarante* exemplaires, destinés à la vente, de l'ensemble de ces fascicules, formant un volume de 234 pages, grand in-8°, dont le prix est fixé à **5 francs** (**2 francs** pour les membres, port compris).

10° **Résumé synthétique de la discussion relative à l'emploi de la fluorescéine**, par MM. Rabozée et Rahir, conclusions d'un fascicule spécial actuellement épuisé.

Prix : **25 centimes.**

11° **Fascicules du « Bulletin » dépareillés.**

Afin de permettre aux personnes s'occupant spécialement de l'une ou l'autre question de compléter à peu de frais leur documentation en se servant des Tables bibliographiques, la Société met en vente à des prix très réduits un certain nombre de fascicules existant en surnombre des collections complètes. On trouvera ci-dessous l'indication de ces fascicules, dont le service sera fait rigoureusement dans l'ordre des demandes, le nombre d'exemplaires étant en général fort limité.

Tomes.	Fascicules.	PAGINATION des p.-v.	des mémoires.	des traductions et reproductions.	Prix.
II (1888)	I	1 à 39	1 à 16	—	0.25
—	II	40 à 72	17 à 48	—	0.25
—	III	73 à 132	49 à 64	—	0.25
—	V	173 à 204	105 à 152	—	0.25
—	VIII	357 à 436	296 à 344	—	1.00
—	IX	437 à 508	345 à 406	—	1.00

Tomes.	Fascicules.	PAGINATION des p.-v.	des mémoires.	des traductions et reproductions.	Prix.
III (1889)	I	1 à 96	1 à 80	—	1.00
—	II	97 à 152	81 à 120	—	0.50
—	III	153 à 208	121 à 152	—	0.50
—	IV	209 à 304	153 à 216	—	0.75
—	V	305 à 352	217 à 328	—	0.75
IV (1890)	II	113 à 144	169 à 240	—	0.50
—	III	145 à 268	241 à 300	—	1.00
V (1891)	I	1 à 112	1 à 47	—	0.75
—	II	113 à 210	48 à 199	—	1.00
VI (1892)	I	1 à 176	1 à 32	—	1.00
—	II	177 à 288	33 à 112	—	0.75
—	III	—	113 à 259	—	0.75
VII (1893)	I	1 à 96	1 à 40	—	0.50
—	II-III	97 à 206	41 à 160	—	1.50
—	IV	207 à 319	161 à 377	—	2.00
VIII (1894)	II-III	129 à 240	41 à 144	1 à 56	1.00
—	IV	241 à 283	145 à 204	—	0.50
IX (1895)	I	1 à 48	1 à 48	—	0.50
—	II	—	49 à 256	—	1.00
—	III	49 à 144	257 à 368	1 à 48	1.00
—	IV	145 à 243	369 à 428	49 à 74	1.00
X (1896)	I	—	1 à 160	1 à 32	1.00
—	II-III	—	161 à 368	33 à 74	1.50
—	IV	1 à 243	369 à 428	—	1.00
XI (1897)	II-III	—	145 à 312	—	0.75
—	IV	1 à 204	313 à 376	—	1.00
—	V	205 à 242	377 à 555	—	1.50
XII (1898)	II	—	65 à 208	—	0.75
—	III	1 à 148	209 à 300	1 à 26	1.50
—	IV	149 à 271	301 à 347	—	0.75
XIII (1899)	I	—	1 à 208	—	1.00
—	II	—	209 à 304	—	0.50
—	III	1 à 200	305 à 320	—	1.00
—	IV	201 à 273	321 à 334	—	0.50
XIV (1900)	I	1 à 36	1 à 24	1 à 48	0.50
—	II	37 à 96	25 à 112	—	0.50
—	IV	201 à 288	—	49 à 90	0.50
—	V	289 à 351	113 à 241	—	0.75
XV (1901)	II	57 à 168	97 à 112	—	0.50
—	III	169 à 274	113 à 144	—	0.50
—	IV	275 à 408	145 à 200	—	0.75
—	V	409 à 578	201 à 267	1 à 56	1.00
—	VI	577 à 740	—	—	0.75
XVI (1902)	II-III	113 à 340	69 à 153	33 à 64	1.50
—	IV	341 à 560	153 à 283	65 à 68	1.50
—	V	561 à 695	—	—	0.50

Tomes.	Fascicules.	PAGINATION des p.-v.	des mémoires.	des traductions et reproductions.	Prix.
XVII (1903)	III-IV	165 à 520	201 à 315	76 à 97	1.50
—	V-VI	521 à 684	317 à 559	—	1.00
XVIII (1904)	I-II	1 à 164	1 à 206	1 à 28	1.00
—	IV	233 à 341	243 à 268	39 à 53	0.75
XIX (1905)	III-IV	151 à 290	365 à 558	1 à 22	1.50
—	V	289 à 373	—	—	0.50
XX (1906)	III-IV	139 à 248	60 à 170	—	1.00
—	V	249 à 299	170 à 179	—	0.50

A partir de 1907, les *Procès-verbaux* et les *Mémoires* ont paru séparément.

Tomes.	Fascicules.	Prix.	Tomes.	Fascicules.	Prix.
XXI (1907)	1-3 (janvier à mars)	0.75	XXII (1908)	8 (octobre)	0.50
—	4 (avril)	0.25	—	9 (novembre)	0.50
—	6 (juin)	0.25	—	10 (décembre)	0.50
—	8 (octobre)	0.25	—	Mém., II (91-220)	1.00
—	9 (novembre)	0.25	XXIII (1909)	3 (mars)	0.50
—	10 (décembre)	0.25	—	4 (avril)	0.50
—	Mém., III (365-528)	1.00	—	5 (mai)	0.50
—	Mém., IV (529-598)	0.50	—	6 (juin)	0.50
XXII (1908)	4 (avril)	0.50	—	8 (octobre)	0.50
—	5 (mai)	0.50	—	9 (novembre)	0.50
—	6 (juin)	0.50	—	Mém., III (153-322)	1.50
—	7 (juillet)	0.50	—	Mém., IV (323-427)	1.00

12° A quoi peut servir une Société de géologie dans le domaine des applications pratiques. — Notice sur la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie pendant les dix premières années de son existence, par J. Hans.

Cette brochure, qui éclaire le public sur l'utilité de notre Société, sera envoyée gratuitement aux personnes que voudront bien indiquer les membres comme susceptibles de s'y affilier.

13° Tirés à part parus dans le « Bulletin ».

On trouvera ci-dessous une liste des principaux tirés à part dont le Secrétariat possède des exemplaires.

V. Gilliéron. Note sur l'achèvement de la première Carte géologique de la Suisse à grande échelle. (T. III, 1889.) **5 centimes.**

A. Houzeau. Résumé de la note de M. Gilliéron sur l'achèvement de la première Carte géologique de la Suisse à grande échelle. (T. III, 1889.) **2 centimes.**

R. Storms. Sur la présence d'un poisson du genre Thyunus dans les dépôts pliocènes des environs d'Anvers (avec planche). (T. III, 1889.) **10 centimes.**

P. Gourut. La faune tertiaire marine de Cassy, de Sausset et de Couronne près Marseille (4 planches). (T. IV, 1890.) **20 centimes.**

van Overloop. Les origines du bassin de l'Escaut. (T. IV, 1890.) **50 centimes.**

Compte rendu de la séance de géologie appliquée du 15 avril 1890. (Cartes agricoles.) (T. IV, 1890.) **5 centimes.**

Compte rendu de la séance de géologie appliquée du 29 avril 1890. (Principales données que la géologie peut fournir à l'agriculture, par Ed. Dupont.) (T. IV, 1890.) **5 centimes.**

Discours prononcés aux funérailles de Jean Ortlieb. (T. IV, 1890.) **5 centimes.**

Petermann. L'exploration chimique de la terre arable belge. (T. IV, 1890.) **5 centimes.**

H. Pohlig. Le singe anthropomorphe du Pliocène rhénan (Paidopithex rhenanus). **S. Dubois.** Le Pithecanthropus erectus du Pliocène de Java, et discussion par le Dr E. Houzé. (T. IX, 1895.) **50 centimes.**

de la Vallée Poussin. La géographie physique et la géologie. (T. X, 1896.) **5 centimes.**

C. Klement. Les théories relatives à l'origine du pétrole. (T. XI, 1897.) **20 centimes.**

A. Rutot. La géologie et la paléontologie à l'Exposition internationale de Bruxelles en 1897. (T. XI, 1897.) **10 centimes.**

Cl. Van Bogaert. Note sur la résistance des pierres naturelles aux intempéries. (T. XI, 1897.) **50 centimes.**

C. Keyes. Origine éolienne du loess. (T. XII, 1898.) **10 centimes.**

C. Klement. Exposé de quelques vues générales sur la formation des gîtes métallifères. (T. XII, 1898.) **20 centimes.**

La question des matériaux de construction à la Société belge de géologie. (Mars 1901.) **20 centimes.**

Catalogue des matériaux de construction réunis à l'Exposition de Bruxelles en 1897. (T. XII, 1898.) **10 centimes.**

Chesneau. Note sur les observations sismométriques, grisoumétriques et barométriques faites en 1887 et 1888 à la fosse d'Hérin (Compagnie d'Anzin). (T. XII, 1898.) **10 centimes.**

J. Cornet et **G. Schmitz.** Note sur les puits naturels du terrain houiller du Hainaut, et le gisement des Iguanodons de Bernissart (avec deux planches). (T. XII, 1898.) **20 centimes.**

H. Sauvage. Le Mammouth dans la partie Sud de la mer du Nord. (T. XIII, 1899.) **10 centimes.**

Mellard Reade. Dépôts postglaciaires traversés par le nouveau canal de Bruges (compte rendu bibliographique). (T. XIII, 1899.) **10 centimes.**

Discussion sur Helicoprion (avec une planche). (T. XIII, 1899.) **20 centimes.**

Otto Lang. Couches à sels potassiques. (Traduction et résumé par C. Klement.) (T. XIII, 1899.) **10 centimes.**

Gangleaud. La lutte contre le grisou. (T. XIII, 1899.) **10 centimes.**

W. Spring. La plasticité des corps solides et ses rapports avec la formation des roches. (T. XIV, 1900.) **20 centimes.**

A. Stübel. Les volcans de l'Ecuador. Résumé des théories d'intérêt général contenues dans cet ouvrage, par W. Prinz. (T. XIV, 1900.) **20 centimes.**

E. van den Broeck. La géologie appliquée et son évolution. (T. XIV, 1900.) **10 centimes.**

A. Casse. Définition, composition, drainabilité des sables boulants. Construction d'ouvrages dans ces terrains. (T. XV, 1901.) **25 centimes.**

Verney. Note sur un appareil destiné à analyser les mélanges grisouteux. (T. XV, 1901.) **5 centimes.**

Lagrange. Rapport sur les travaux de la première réunion de la Commission permanente sismologique à Strasbourg. (T. XV, 1901.) **5 centimes.**

R. Storms. Sur un Carcharodon du terrain bruxellien (avec 1 planche). (T. XV, 1901.) **20 centimes.**

D. Levat. La géologie, la prospection et l'exploitation des mines d'or et des placers. (T. XV, 1901.) **25 centimes.**

P. Habets. Des observations continues à instituer pour la détermination des quantités de grisou dégagées dans une mine. (T. XV, 1901.) **10 centimes.**

M. Mourlon. Sur les résultats scientifiques qu'il y a lieu d'espérer des sondages effectués en Campine pour la recherche de gisements houillers. (T. XVI, 1902.) **10 centimes.**

F. Harmer. L'influence des vents sur le climat pendant l'époque pléistocène (traduit de l'anglais par J. Bertrand). (T. XVI, 1902.) **10 centimes.**

X. Stainier. Études sur le bassin houiller du Nord de la Belgique (avec une planche coloriée). (T. XVI, 1902.) **50 centimes.**

A. Lonnay. L'agronométrie spécialement dans ses rapports avec la géologie. (T. XVI, 1902.) **10 centimes.**

W. M. Davis. Les enseignements du grand canyon du Colorado. (T. XVI, 1902.) **10 centimes.**

J. Kersten. Le bassin houiller de la Campine (avec 2 planches). (T. XVII, 1903.) **50 centimes.**

J. Cornet. Les gisements métallifères du Katanga. (T. XVII, 1903.) **1 franc.**

de Montessus. Essai sur le rôle sismogénique des principaux accidents géologiques. (T. XVII, 1903.) **25 centimes.**

de Lapparent. Le progrès des études sismologiques. (T. XVII, 1903.) **10 centimes.**

O. van Ertborn. De l'allure du Crétacique et du Primaire dans le sous-sol de la ville de Bruxelles et de sa banlieue. (T. XVIII, 1904.) **25 centimes.**

E. Dubois. L'âge des différentes assises englobées dans la série du « Forest Bed » ou Cromerien. (T. XIX, 1905.) **25 centimes.**

Notice sur les stations sismiques de Frameries et de Quenast, publiée à l'occasion de l'Exposition de 1905. **10 centimes.**

H. de Dorlodot. Les faunes du Dinantien et leur signification stratigraphique. Description succincte des assises du Calcaire carbonifère de la Belgique et de leurs principaux facies lithologiques. (T. XXIII, 1909.) **1 franc.**

14° Brochures relatives à l'hydrologie

La Société possède un grand nombre de tirés à part sur des questions diverses d'hydrologie; elles sont envoyées à ceux qui les demandent jusqu'à épuisement.

L'ensemble de ces brochures, qui ne peuvent être délivrées séparément, se vend **2 francs.**

15° Comptes rendus bibliographiques.

Analyses succinctes de plus de cent ouvrages parus depuis 1900. Environ trente tirés à part. Ensemble **50 centimes.**

16° Comptes rendus d'excursions diverses.

En général, ces comptes rendus sont assez détaillés pour permettre de refaire isolément, avec fruit, les itinéraires suivis.

C. Ubaghs. Compte rendu général des séances et excursions à Maestricht. (T. I, 1887.) **25 centimes.**

J. Gosselet, H. de Dorlodot et **A. Rutot.** Compte rendu des excursions aux environs de Namur, comprenant l'exposé de la constitution géologique de la région (avec 1 planche). (T. III, 1889.) **25 centimes.**

J. Gosselet. Compte rendu des excursions de la Session extraordinaire à Givet. (T. IV, 1890.) **25 centimes.**

V. Dormal. Compte rendu de l'excursion dans les terrains jurassique et triasique des environs d'Arlon et de Florenville. (T. VIII, 1894.) **25 centimes.**

A. Hankar Compte rendu de la Session annuelle extraordinaire de 1895 tenue dans le Nord de la France et dans le Boulonnais. (T. IX, 1895.) **25 centimes.**

Compte rendu de la Session extraordinaire de 1896 dans le Limbourg belge et dans le Limbourg hollandais, à Aix-la-Chapelle, à Bonn et aux Siebengebirge (avec 3 planches). (T. X, 1896.) **25 centimes.**

V. Dormal. Compte rendu de la Session extraordinaire tenue en Ardenne, du 21 au 26 août 1897, sous la direction de M. le professeur Gosselet. (T. XII, 1898.) **10 centimes.**

P. Van Ysendyck. Compte rendu de la Session extraordinaire de 1899 tenue dans le bassin de Londres et dans la région de Weald (1 planche). (T. XIII, 1899.) **25 centimes.**

Lejeune de Schiervel et **H. De Brouwer.** Compte rendu de la Session extraordinaire tenue à Paris en août 1900. (T. XIV, 1900.) **25 centimes.**

J. Cornet. Compte rendu de l'excursion du 1er avril 1900 dans les vallées de l'Hogneau et du ruisseau de Bavai. (T. XVI, 1902.) **25 centimes.**

T. Cooreman et **G. Dollfus.** Compte rendu des excursions de la Session extraordinaire dans les départements français de la Marne et de l'Aisne (avec une carte itinéraire). (T. XVI, 1902.) **50 centimes.**

Compte rendu *sommaire* des excursions, dans les Luxembourg belge et grand-ducal, de la Société belge de Géologie. (T. XVIII, 1904.) **5 centimes.**

E. Maillieux. Compte rendu de l'excursion dans les environs de Couvin. (T. XX, 1906.) **50 centimes.**

Compte rendu sommaire de la Session extraordinaire aux Siebengebirge et dans l'Eifel. (T. XXI, 1907.) **25 centimes.**

E. Cuvelier et **Paquet.** Compte rendu d'une excursion dans les vallées de la Senne et de la Sennette. (T. XXII, 1908.) **50 centimes.**

Compte rendu de la Session extraordinaire tenue à Eupen et à Bastogne. (T. XXII, 1908.) **50 centimes.**

Compte rendu sommaire de l'excursion du 24 avril 1910 aux carrières de Quenast. (T. XXIV, 1910.) **25 centimes.**

PUBLICATION MENSUELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut Protecteur : S. M. le Roi

Procès-Verbal

DE LA SÉANCE DU 17 JANVIER 1911

Vingt-cinquième année

Tome XXV — 1911

Smithsonian Institution,
SEP 11 1911
National Museum.

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1911

TABLE DES MATIÈRES

SÉANCE MENSUELLE DU 19 JANVIER 1911

Allocution du Président 1

Décès 2

Distinctions honorifiques 2

Approbation du procès-verbal de la séance de décembre 1910 3

Correspondance. 3

Dons et envois reçus 4

Présentations et élections de nouveaux membres. 6

A. Deblon. Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine De la valeur des eaux de la Campine 7

Discussion :

J. Delecourt fils. De l'existence de l'eau pelliculaire. 56

J. Delecourt fils. Forme des trajectoires suivies par l'eau dans la partie de couche aquifère influencée par un puits ordinaire 57

M. Pirsch. Note relative à l'emploi des appareils hydrotimétriques actuellement en usage 62

ANNEXE

Liste des membres de la Société. . . . . I à XXIV

PUBLICATION MENSUELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut Protecteur : S. M. le Roi

Procès-Verbal

DE LA SÉANCE DU 21 FÉVRIER 1911

Vingt-cinquième année

Tome XXV — 1911

Smithsonian Institution
SEP 11 1911
National Museum

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1911

TABLE DES MATIÈRES

SÉANCE MENSUELLE DU 21 FÉVRIER 1911

Approbation du procès-verbal de la séance de janvier 65

Correspondance. 65

Dons et envois reçus 66

Présentation et élection de nouveaux membres effectifs 69

Communication du Bureau 65

E. et F. Putzeys et A. Rutot. Contribution nouvelle à l'étude de l'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du Bassin houiller de la Campine. (Inséré aux *Mémoires.*) 70

R. d'Andrimont. Réponse aux notes de M. Delecourt 70

G. Hasse. Un Rhinocéros dans l'argile oligocène de Boom. (*Note préliminaire.*) 71

X. Stainier. Note sur la formation des couches de charbon 73

F. Halet. Analyse du rôle de l'agrogéologie, d'après le travail présenté au Congrès agrogéologique de Stockholm par M. Treitz, géologue en chef du Gouvernement hongrois 92

PUBLICATION MENSUELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut Protecteur : S. M. le Roi

Procès-Verbal

DE LA SÉANCE DU 21 MARS 1911

Vingt-cinquième année

Tome XXV — 1911

Smithsonian Institution
SEP 11 1911
National Museum

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1911

TABLE DES MATIÈRES

SÉANCE MENSUELLE DU 21 MARS 1911

Décès de M. Gregoriù Stefanescu 103

Approbation du procès-verbal de la séance de février 1911 103

Correspondance 103

Dons et envois reçus 106

Présentation et élection de nouveaux membres 107

J. Delecourt. — Forme des trajectoires suivies par l'eau dans la partie de couche aquifère influencée par un puits ordinaire 108

H. de Dorlodot. A propos de la présence de restes de Mammifères terrestres dans l'argile de Boom 111

E. Maillieux. Note sur l'hypostome de l'*Homalonotus rhenanus* Koch. . . . 113

Albert et Alexandre Mary. Le problème de l'eau dans le Nord-Ouest du bassin de Paris. (Inséré aux *Mémoires.*) 115

A. Salée. Sur un polypier du Waulsortien de Sosoye 115

H. de Dorlodot. Véritable nature des prétendus Stromatoporoïdes du Waulsortien 115

A. Salée. Sur le mode d'écrasement de polypiers du marbre noir de Denée. . 133

PUBLICATION MENSUELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut Protecteur : S. M. le Roi

Procès-Verbal

DE LA SÉANCE DU 18 AVRIL 1911

Vingt-cinquième année

Tome XXV — 1911

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1911

Smithsonian Institution, SEP 11 1911 National Museum.

10

TABLE DES MATIÈRES

SÉANCE MENSUELLE DU 18 AVRIL 1911

Décès de M. Édouard Dupont 137

Approbation du procès-verbal de la séance de mars 138

Correspondance 139

Présentation et élection de nouveaux membres effectifs 139

A. Deblon. De la valeur des eaux de la Campine. (Deuxième communication, qui paraîtra aux *Mémoires*.) 141

R. d'Andrimont. Réponse au troisième mémoire de MM. Putzeys et Rutot sur l'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine 141

R. d'Andrimont. Note au sujet du mémoire de M. Richert sur les eaux souterraines de la Suède 144

R. d'Andrimont. Deuxième réponse aux notes de M. Delecourt 145

H. de Dorlodot. Sur les conditions de dépôt des marbres noirs dinantiens et des sapropélites marines en général 146

PUBLICATION MENSUELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut Protecteur : S. M. le Roi

Procès-Verbal

DE LA SÉANCE DU 23 MAI 1911

Vingt-cinquième année

Tome XXV — 1911

Smithsonian Institution
SEP 11 1911
National Museum

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1911

TABLE DES MATIÈRES

SÉANCE MENSUELLE DU 23 MAI 1911

Pages.

Décès de M. Zels 157

Approbation du procès-verbal de la séance d'avril. 157

Correspondance. 157

Dons et envois reçus 158

Élection d'un nouveau membre effectif. 160

Lettres de MM. **G. Loppens** et **A. Kemna** à propos de la traduction du terme *to discolour* 160

Communications des membres :

J Delecourt-Wincqz. Réponse à la dernière note de M. d'Andrimont . . 161

M. Leriche. Un Pycnodontoïde aberrant du Sénonien du Hainaut. Le genre *Acrotemnus* L. Agassiz. *Acrotemnus splendens* de Koninck. (Planche A.) . 162

G. Hasse. Une défense de Morse dans le Pliocène, à Anvers 169

A. Hankar-Urban. Quatrième note sur les mouvements et ruptures spontanés des roches (bendons, autoclases, bergschläge, etc.). 171

E. Maillieux. Apparition de deux formes siegeniennes dans les schistes de Mondrepuits. (Planche B.) 174

Compte rendu bibliographique.

Prof^r Dr H. von Buttel-Reepen. Aus dem Werdegang der Menschheit. Der Urmensch von und während der Eiszeit in Europa. 179

Notice descriptive.

E. Sommerfeldt. Sur un nouveau comparateur optique 181

PUBLICATION MENSUELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut Protecteur : S. M. le Roi

Procès-Verbal

DE LA SÉANCE DU 20 JUIN 1911

Vingt-cinquième année

Tome XXV — 1911

Smithsonian Institution
JAN 15 1912
National Museum

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1911

TABLE DES MATIÈRES

SÉANCE MENSUELLE DU 20 JUIN 1911

Pages.

Distinctions honorifiques 187

Approbation du procès-verbal de la séance de mai 188

Errata. 188

Correspondance. 188

Dons et envois reçus 189

C. Van de Wiele. Étude sur l'évolution des rivières de la basse et de la moyenne Belgique 193

F. Halet. Compte rendu sommaire de la XIe session du Congrès géologique international tenu à Stockholm en août 1910 193

F. Halet. Observations nouvelles concernant la coupe du puits de Voroux-Goreux. 199

PUBLICATION MENSUELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut Protecteur : S. M. le Roi

Procès-Verbal

DE LA SÉANCE DU 18 JUILLET 1911

Vingt-cinquième année

Tome XXV — 1911

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1911

Smithsonian

TABLE DES MATIÈRES

SÉANCE MENSUELLE DU 18 JUILLET 1911

Pages.

Décès de M. Spring 201

Distinctions honorifiques 201

Approbation du procès-verbal de la séance de juin 201

Correspondance. 201

Stanislas Meunier. A propos du problème de l'eau de MM. Albert et Alexandre Mary 202

C. Malaise. Note complémentaire aux observations de M. Halet concernant la coupe du puits de Voroux-Goreux 202

Communications des membres :

J. Cornet. Contribution à la géologie du bassin du Congo. — III. Sur quelques échantillons de roches récoltés dans le Bas-Congo par M. Robert Thys. . . 203

X. Stainier. Structure du Bassin houiller de la province d'Anvers. (Pl. C à F.) 209

G. Hasse. Les sables noirs dits Miocènes boldériens. — Troisième note sur Anvers, Schilde, Oeleghem, 's Gravenwezel, Lauwershoek, Landmolen, Haesdonck. 225

F. Halet. Le puits artésien de l'Usine Thomaes, à Renaix (*suite*). . . . 233

Programme de la session extraordinaire dans le Bas-Luxembourg. . . . 236

PUBLICATION MENSUELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut Protecteur : S. M. le Roi

Procès-Verbal

DE LA SÉANCE DU 17 OCTOBRE 1911

Vingt-cinquième année

Tome XXV — 1911

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1911

TABLE DES MATIÈRES

SÉANCE MENSUELLE DU 17 OCTOBRE 1911

Pages.

Décès du Dr Florentino Ameghino 237
Distinctions honorifiques 237
Prix de Selys Longchamps 237
Adoption du procès-verbal de la séance de juillet 238
Correspondance. 238
Dons et envois reçus 243
Présentation et élection de nouveaux membres 245

Discussion des thèses présentées antérieurement :

Albert et Alexandre Mary. Réponse à M. le Profr Stanislas Meunier . . 245

Communications des membres :

A. Rutot. Conférence du Paléolithique de Tübingen 247

A. Rutot. Essai de raccordement des couches tertiaires de la Campine à celles des Pays-Bas. (*Résumé succinct.*) 264
Discussion 265

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE.

L. De Launay. La géologie et les richesses minières de l'Asie 266

PUBLICATION MENSUELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut Protecteur : S. M. le Roi

Procès-Verbal

DE LA SÉANCE DU 21 NOVEMBRE 1911

Vingt-cinquième année

Tome XXV — 1911

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1911

TABLE DES MATIÈRES

SÉANCE MENSUELLE DU 21 NOVEMBRE 1911

Pages.

Décès du Prof^r Georgio Spezia 269

Adoption du procès-verbal de la séance d'octobre. 269

Correspondance. 269

Géologie du Bassin de Paris, par M. **Paul Lemoine**. (*Communiqué.*) . . . 272

Dons et envois reçus 273

Élection d'un nouveau membre associé régnicole. 275

Discussion des thèses présentées antérieurement :

P. Fourmarier. Note au sujet de la structure du bassin houiller de la province d'Anvers 275

Communications des membres :

Dr A. Poskin. Note sur la caractéristique d'une eau minérale ferrugineuse gazeuse naturelle 283

X. Stainier. Du rôle des variations de température dans la dynamique externe du Globe 290

Prof^r Hans Pohlig. Bovidés fossiles de l'Italie 311

PUBLICATION MENSUELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Haut Protecteur : S. M. le Roi

Procès-Verbal

DE LA SÉANCE DU 19 DÉCEMBRE 1911

Vingt-cinquième année

Tome XXV — 1911

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1912

TABLE DES MATIÈRES

SÉANCE MENSUELLE DU 19 DÉCEMBRE 1911

Pages.

Distinctions honorifiques 323

Correspondance. 323

Dons et envois reçus 323

Élection d'un nouveau membre effectif 326

Discussion des thèses présentées antérieurement :

Stanislas Meunier. Un dernier mot à MM. Albert et Alexandre Mary . . 326

Communications des membres :

Maurice Leriche. Note préliminaire sur la Faune des schistes de Mondrepuis. — La limite entre le Silurien et le Dévonien dans l'Ardenne 327

Discussion. 332

Maurice Leriche. La faune de la craie phosphatée de la Picardie. (Inséré aux *Mémoires.*) 333

Jules Delecourt fils. Détermination de la présence des eaux artésiennes aux cours d'un forage 333

Charles Fraipont. Les silex crétacés des Hautes-Fagnes sont des dépôts de l'Éluvium 342

Hans Pohlig. Une ancienne embouchure de la Meuse près de Bonn (2e partie). 348

Discussion 351

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE.

Comte F. de Montessus de Ballore. La sismologie moderne. (*Les tremblements de terre.*) 353

Émile Haug. Traité de géologie. — Les périodes géologiques (fascicule 3 du tome II) 354

J. Brunhes, E. Chaix et **E. de Martonne.** Atlas photographique des formes du relief terrestre (fascicule spécimen). 356

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ANNUELLE DE CLOTURE DE L'EXERCICE 1911

Discours du Président 367

Exposé de la situation financière. 371

Budget pour 1911 372

Élections. 373

PUBLICATION TRIMESTRIELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Mémoires

Vingt-cinquième année

Tome XXV — 1911 — Fascicule I.

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

—

1911

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

Albert et Alexandre Mary. Le problème de l'eau dans le Nord-Ouest du bassin de Paris . . . . . 3 à 104

PUBLICATION TRIMESTRIELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Mémoires

Vingt-cinquième année

Tome XXV — 1911 — Fascicule II.

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

—

1911

JAN 5 1912

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

F. et E. Putzeys et A. Rutot. Contribution nouvelle à l'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine . . 105

A. Deblon. Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine. — De la valeur des eaux de la Campine. (Deuxième note.) 155

PUBLICATION TRIMESTRIELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Mémoires

Vingt-cinquième année

Tome XXV — 1911 — Fascicule III.

BRUXELLES

HAYEZ, MPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1912

PUBLICATION TRIMESTRIELLE

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Mémoires

Vingt-cinquième année

Tome XXV — 1911 — Fascicule IV (final).

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADÉMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

1912

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

A. Jérome, P. Fourmarier et V. Dondelinger. Compte rendu de la Session extraordinaire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie et de la Société géologique de Belgique tenue à Arlon et à Florenville, du 16 au 20 septembre 1911. (Planches II à IV.) 312

L. Greindl et A. Jérome. Notes sur le modelé et le réseau hydrographique du Bas-Luxembourg. (Planche V.) 339

INDEX ET TABLES

Index alphabétique des **localités belges** au sujet desquelles le présent volume fournit des renseignements géologiques, paléontologiques et hydrologiques . XXV

Table des matières des **communications scientifiques**, disposées systématiquement et par ordre de **chronologie géologique** XXXI

Table générale des matières du tome XXV (1911) XXXV

Library Bindery, Inc.
Lancaster, Ind.
JUN 1958

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01368 3958